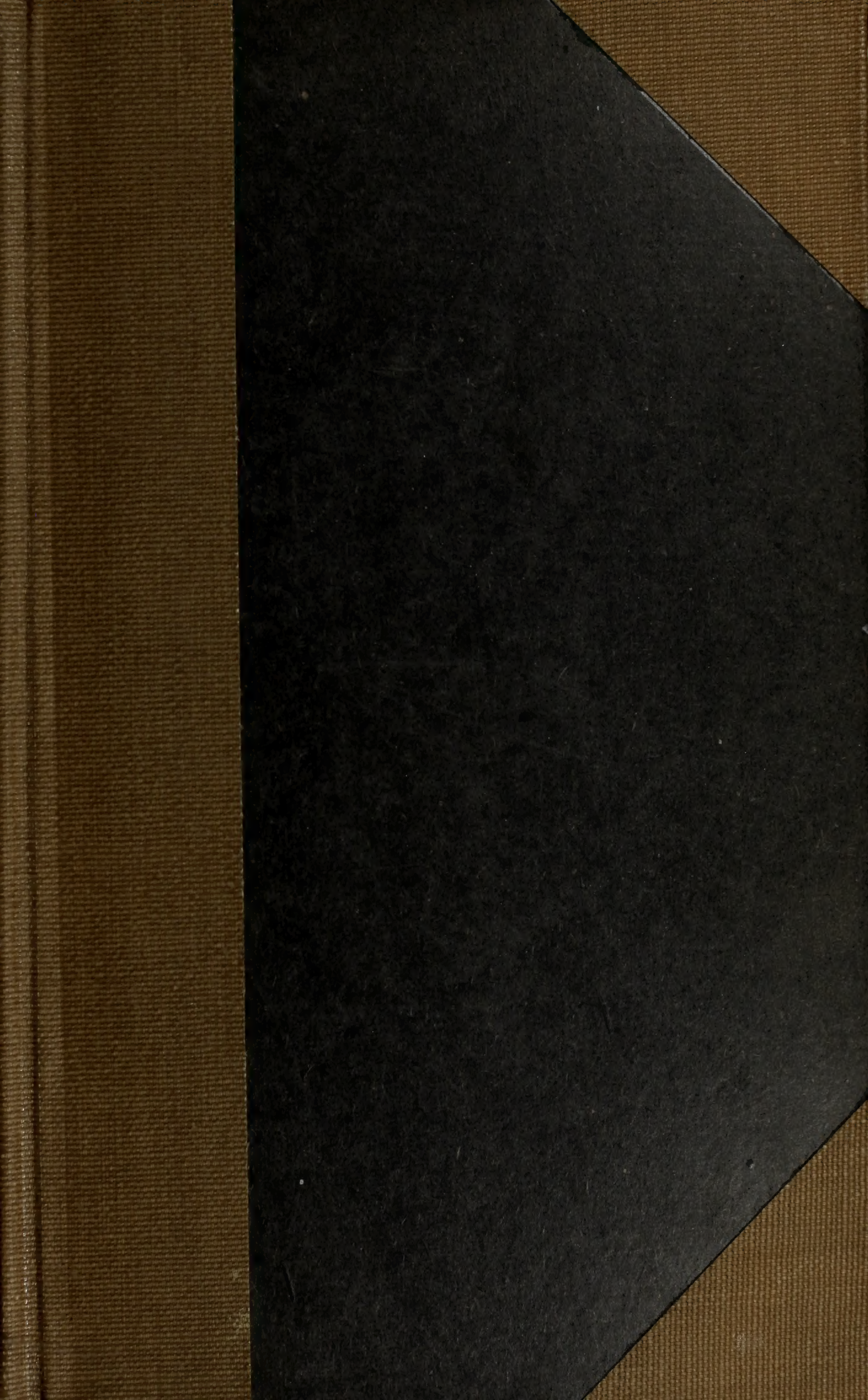


VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

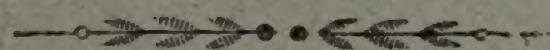
VAN

WETENSCHAPPEN.

Afdeeling NATUURKUNDE.

TWEEDE REEKS.

TIENDE DEEL.



AMSTERDAM
C. G. VAN DER POST.
1877.

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

Afdeeling **NATUURKUNDE.**

TWEEDE REEKS.

TIENDE DEEL.



AMSTERDAM,
C. G. VAN DER POST.
1876.

GEDRUKT BIJ DE ROEVER-KRÖBER-BAKELS.

INHOUD

VAN HET

TIENDE DEEL

TWEEDE REEKS.



VERSLAGEN.



MEDEDEELINGEN.

OVER DE ONDERLINGE AFWIJKINGEN

VAN DE

GEODETISCHE LIJN EN VAN DE WEDERZIJDSCHE VLAKKE NORMALE DOORSNEDEN

TUSSCHEN TWEE

NABIJGELEGEN PUNTEN VAN EEN GEBOGEN OPPERVLAK,

DOOR

F. J. VAN DEN BERG.

Bij de berekening van driehoeken op de spheroïdische aardoppervlakte worden dikwijls als zijden beschouwd, in plaats van de kortste of zoogenaamde geodetische lijnen tusschen de hoekpunten, de doorsneden van de aardoppervlakte met platte vlakken gaande door de normaal van een der hoekpunten en door een ander hoekpunt. Zoowel ten opzigte van de lengte der zijden als ten opzigte van de grootte der hoeken vloeijen uit deze vervanging zekere in den regel wel is waar geringe verschillen voort, omtrent wier grootte het evenwel in de geodesie van belang kan zijn zich nader rekenschap te geven. Daartoe strekken, in de onderstelling dat de aarde als eene flaauw afgeplatte omwentelingsellipsoïde beschouwd wordt, de reeds door BESSEL voor het verschil in azimuth in de *Astronomische Nachrichten*, Band 1, 1823, pag. 36, zonder bewijs medegedeelde en in Band 14, 1837, pag. 289, afgeleide formule (19), en voor het verschil in lengte de door hem in Band 14, 1837, pag. 285, opgegeven formule. De eerste dezer formulen is later door J. J. BAEYER in zijn *Das Messen auf der sphäroïdischen Erdoberfläche*, 1862, pag. 66, op andere wijze teruggevonden en in

vergelijking (81) aldaar in eenigzins anderen vorm gebragt. Zij komt almede voor als de eerste der formulen (52) en (53) op pag. 60 der *Geodätische Untersuchungen* van P. A. HANSEN, 1865, opgenomen in den 8en Band der *Mathem. Phys. Abhandlungen der Kön. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften* (zie ook pag. 105 en 208 aldaar). Bovendien is in § 24, pag. 87—93, van BAEYER's werk een onderzoek van WEINGARTEN over hetzelfde onderwerp, maar voor een willekeurig oppervlak, opgenomen, waaraan in de *Astron. Nachr.*, Band 60, 1863, pag. 134—136, nog de uitkomst van eene door hem verrigte verdere berekening is toegevoegd. Op grond van de aldaar eerst in het algemeen en daarna in het bijzonder voor de omwentelingsellipsoïde medegedeelde formulen, welke laatsten ook zijn overgenomen op pag. 338 van W. JORDAN, *Taschenbuch der praktischen Geometrie*, 1873, wordt de eigenschap vermeld dat de geodetische lijn, die twee nabijgelegen punten van eenig oppervlak verbindt, ligt tusschen de doorsneden van het oppervlak met de beide vlakken bepaald door de normaal van het eene punt en door het andere punt, en wel zóó dat in ieder dezer punten de hoek van de geodetische lijn met de aldaar normale doorsnede één derde bedraagt van den hoek dier doorsneden onderling. Voor deze eigenschap vindt men ook een meetkundig bewijs van A. SONDERHOF in GRUNERT's *Archiv der Mathematik und Physik*, 51er Theil, 1870, pag. 29—33 en 42—45. Zij is tevens voor de aardspheroïde, door σ gelijk nul of gelijk σ' te stellen, opgesloten in de formule $\frac{QP}{QQ'} = \frac{\sigma' + \sigma}{3\,\sigma'}$, voorkomende in een opstel van A. R. CLARKE in het *Philosophical Magazine*, Vol. 39, 1870, pag. 361.

Tegen de algemeene geldigheid nu van de genoemde eigenschap, waaromtrent de mogelijkheid van uitzonderingsgevallen door WEINGARTEN niet was onderzocht, is C. BREMIKER in zijne *Studien über höhere Geodäsie*, 1869, pag. 3, opgekomen met de opmerking dat, als bijv. de beide punten op aarde gelijke breedte hebben, de beide normaaldoorsneden in een zelfden elliptischen boog zamenvallen en niettemin de geodetische lijn een ander beloop volgt. Met een beroep op BREMIKER wordt de aangehaalde plaats van JORDAN's *Taschenbuch* ook veroordeeld

door F. R. HELMERT in eene recensie voorkomende in de bij SCHLÖMILCH's *Zeitschrift für Mathematik und Physik*, 18er Jahrgang, 1873, behoorende *Literaturzeitung*, pag. 39, alwaar tevens eene (naar mij voorkomt evenwel niet juiste) formule wordt opgegeven voor den afstand dien in het evengenoemde bijzondere geval de gemeenschappelijke normaaldoorsnede en de geodetische lijn in haar midden vertoonen.

Ofschoon omtrent de schijnbare tegenstrijdigheid die zich hier voordoet, uit de door CLARKE voor de aarde opgemaakte formulen (9) en (15) eenige opheldering zou kunnen worden afgeleid, is mij niet bekend dat sedert bepaaldelijk is aangewezen hoe deze tegenstrijdigheid kan worden opgelost, en als eene proeve van zoodanige oplossing en tevens van een verder onderzoek naar de wijze waarop de geodetische lijn en de normaaldoorsneden op eenig oppervlak in verschillende gevallen met elkander in verband staan, veroorloof ik mij de navolgende beschouwingen in het midden te brengen.

Zoolang het er slechts om te doen is, niet de werkelijke waarde, maar alleen de verhouding der hoeken van de geodetische lijn met de normaaldoorsneden te vinden, kan men zich (door eene methode die ook in andere soortgelijke gevallen dienst zou kunnen doen) gemakkelijk en nagenoeg zonder eenige berekening overtuigen dat in het algemeen genomen de door WEINGARTEN gevonden eigenschap geldig is.

1°. Gesteld toch dat op eenig oppervlak tusschen twee willekeurige nabijgelegen punten P en P_1 de geodetische lijn en de beide vlakke in P en in P_1 normale doorsneden getrokken zijn en dat men in de punten der geodetische lijn de raakvlakken van het oppervlak aanlegt, dan geven deze door hunne doorsneden twee aan twee de beschrijvende lijnen van een ontwikkelbaar oppervlak dat volgens de geodetische lijn zelve het gegeven oppervlak omhult. Verwijdert men zich op kleinen afstand zijdelings van die lijn, dan volgt uit de raking der beide oppervlakken dat hun onderlinge afstand daar ter plaatse eene kleine grootheid is van eene orde dubbel van die der verwijdering van de geodetische lijn, en dus in vergelijking van die

verwijdering zelve buiten beschouwing te laten. Daar wijders de beide oppervlakken in alle punten der geodetische lijn PP_1 de normalen gemeen hebben, blijkt dat zij niet alleen tusschen P en P_1 eene volstrekt gemeenschappelijke geodetische lijn opleveren, maar tevens met verwaarloozing van kleinen van hooger orde gemeenschappelijke doorsneden met de twee normaalvlakken aldaar. Zoodoende wordt het bewijs voor een willekeurig oppervlak teruggebragt tot dat voor een daardoor bepaald ontwikkelbaar oppervlak. Gaat men nu tot de ontwikkeling van dit laatste op een plat vlak over, dan blijven de eindige hoeken onveranderd van grootte, terwijl de geodetische lijn PP_1 eene regte wordt (Fig. 1) en de in P en in P_1 normale doorsneden in kromme lijnen PpP_1 en P_1p_1P overgaan die respectievelijk in P en in P_1 buigpunten zullen vertoonen *. Bovendien zullen deze krommen zich voordoen aan de tegengestelde zijden van hare gemeenschappelijke koorde PP_1: immers het bestaan van het buigpunt in P wijst uit dat de kromme PpP_1, achterwaarts verlengd, op een afstand PP' genoegzaam gelijk aan PP_1 nog een snijpunt P' met de verlengde P_1P zou opleveren en dus vooreerst door de normaal in P, maar overigens even goed door het achterwaartsche punt P' als door het voorwaartsche punt P_1 kan worden bepaald, dat is op dezelfde wijze als in P_1 de

---

*) Denkt men zich in het algemeen voor eenig punt P eener willekeurige kromme MPQ op een ontwikkelbaar oppervlak de beschrijvende lijn PS, de wederzijdsche gelijke elementen MP en PQ en het verlengde PM' van het eerste dezer elementen, maakt men in het vlak SPM' den hoek SPq gelijk SPQ en neemt men $Pq = PM' = PQ$, dan blijkt uit den oneindig kleinen regthoekigen driehoek $M'Qq$ dat de door den contingentiehoek $M'Pq$ of door de regthoekszijde $M'q$ gemeten kromming der ontwikkelde kromme MPq gelijk is aan de door den contingentiehoek $M'PQ$ of door de hypotenuse $M'Q$ gemeten kromming der oorspronkelijke kromme MPQ maal den cosinus van den door het krommingsvlak $M'PQ$ dezer kromme met het raakvlak $M'PS$ van het oppervlak gevormden hoek $QM'q$. (Zie voor deze eigenschap ook een bewijs van F. MINDING in CRELLE's *Journal für Mathematik*, 16er Band, 1837, pag. 351; van E. CATALAN in de *Comptes-rendus de l'académie des sciences*, Tome 17, 1843, pag. 738—739; alsook J. DE LA GOURNERIE, *Géométrie descriptive*, 1860—64, Artt. 474 en 819, en P. SERRET, *Théorie nouvelle des lignes à double courbure*, 1860, pag. 8—10 en 129—130). Staat dus het krommingsvlak in eenig punt P normaal op het ontwikkelbaar oppervlak, dan wordt de kromming van de ontwikkelde kromme in het overeenkomstige punt gelijk nul, dat is deze kromme heeft aldaar een buigpunt, zooals ook regtstreeks daaruit blijkt dat voor ieder dergelijk punt P de wederzijdsche elementen MP en PQ op het oppervlak gelijke hoeken met de beschrijvende lijn PS moeten maken.

kromme $P_1 p_1 P$ door de normaal aldaar en door het achterwaartsche punt P bepaald wordt: en nu moeten, behoudens te verwaarloozen verschillen van hooger orde, bij den overgang van P naar P_1 de overeenkomstige krommen $Pp'P'$ en $P_1 p_1 P$ niet alleen gelijk en gelijkvormig, maar ook gelijkstandig zijn. Maakt men verder gebruik van de opmerking dat juist in een buigpunt de algemeene eigenschap, volgens welke eene koorde eener willekeurige kromme met de raaklijnen in hare uiteinden kleine hoeken maakt wier grensverhouding gelijk de eenheid is, eene uitzondering ondergaat en dat daar namelijk de hoek in het buigpunt zelf de helft is van den onmiddellijk volgenden, (gelijk zoo straks uit eene eenvoudige berekening nader zal blijken), dan volgt hieruit dat $\angle pPP_1 = \angle p'PP' = \frac{1}{2} \angle p'P'P$ en dus behoudens een verschil van hooger orde ook $= \frac{1}{2} \angle p_1 PP_1$ is, en evenzoo dat $\angle p_1 P_1 P = \angle p'PP' = \angle pPP_1 = \frac{1}{2} \angle pP_1P$ is, waarmede het gestelde is bewezen.

2°. Gaat men evenwel na deze algemeene beschouwing van twee willekeurige nabijgelegen punten P en P_1 over tot de onderstelling dat zij zoodanig geplaatst zijn dat hunne normalen elkander snijden, dan vallen de twee normaaldoorsneden in eene enkele zamen die dan in de ontwikkeling zoowel in P als in P_1 een buigpunt vertoont. Deed zich nu in dit bijzondere geval evenals in het algemeene deze gemeenschappelijke doorsnede van P afgerekend geheel op dezelfde wijze voor als van P_1 in denzelfden zin uitgaande, dan zou weder naast de kromme met twee buigpunten in P en in P_1 eene gelijke, gelijkvormige en gelijkstandige met twee buigpunten in P' en in P zijn te teekenen. Maar dit is hier het geval niet: van P uit beschouwd is de kromme bepaald door de normaal aldaar en de daarop in P_1 volgende, van P_1 uit beschouwd door de normaal aldaar en de daaraan in P voorafgaande, daar toch eene volgende normaal die van P_1 niet snijdt. Van daar dat thans in P_1 eene herhaling der kromme in denzelfden voortgaanden zin als in P niet in aanmerking komt, maar in teruggaanden zin, in overeenstemming met het zamenvallen der beide krommen tot eene enkele.

3°. Een ander bijzonder geval dat nog in aanmerking kan komen is dat waarin niet de normaal van het, ofschoon op

kleinen, toch op eindigen afstand verwijderde punt P_1, maar de normaal van een ander, en wel oneindig nabijgelegen punt der geodetische lijn die van P zelf snijdt, m. a. w. het geval waarin de geodetische lijn rakend is aan eene der beide door P gaande kromtelijnen van het oppervlak. In die onderstelling vallen de twee buigpunten der kromme $P p P_1$, zoo even nog door een eindigen afstand $P P_1$ gescheiden, zamen in P en heeft die kromme aldaar drie opvolgende elementen in elkanders verlengde. Uithoofde evenwel in dit geval de tweede normaaldoorsnede $P_1 p_1 P$, in tegenstelling van de eerste, haar algemeen karakter (gewoon buigpunt in P_1) behoudt, schijnt het bezwaarlijk alsnu zonder opzettelijke berekening van de hoeken zelve in P en in P_1 hunne verhouding op te maken.

Het voorgaande kan gedeeltelijk verduidelijkt worden door eene eenvoudige berekening waardoor tevens, ofschoon voorloopig nog de werkelijke waarde van den hoek tusschen geodetische lijn en normaaldoorsnede in het midden wordt gelaten, evenwel betrekkingen worden gevonden tusschen dezen hoek en twee andere grootheden die wel geschikt zijn om het onderscheid tusschen beide krommen te doen uitkomen, namelijk het verschil van hare lengten en haar grootsten onderlingen afstand of pijl.

1°. Ten opzigte namelijk van P als oorsprong en van de raaklijn P X aldaar aan de ontwikkelde normaaldoorsnede $P p P_1$ als abscissenas van een regthoekig coordinatenstelsel kan in het algemeen de vergelijking van deze kromme nabij P worden voorgesteld door $y = Ax^3 + Bx^4 + Cx^5 +$ enz. (wordende hierbij de termen in x^4 en x^5 in rekening gebragt met het oog op de sub 2°. en 3°. vermelde bijzondere gevallen), waaruit volgt voor den hoek tusschen geodetische lijn en normaaldoorsnede in P: $\frac{y}{x} = Ax^2 + Bx^3 + Cx^4 +$ enz. Deze formule in verband met $\frac{dy}{dx} = 3Ax^2 + 4Bx^3 + 5Cx^4 +$ enz. bewijst vooreerst dat men voor een nabijgelegen punt P_1 of (x, y) heeft

$\frac{y}{x} = \frac{1}{3}\frac{dy}{dx}$ of dat de evengenoemde hoek een derde bedraagt van den rigtingshoek der raaklijn in P_1 en dus, in overeenstemming met het boven aangevoerde, de helft van den hoek tusschen de geodetische lijn en dezelfde normaaldoorsnede in P_1. *) Uit de gevondene $\frac{y}{x}$ en $\frac{dy}{dx}$ volgt verder, noemende de lengte der geodetische lijn $PP_1 = \sigma$ en die van de normaaldoorsnede $PpP_1 = \sigma'$, dat

$$\sigma = \sqrt{(x^2+y^2)} = x\{1+A^2x^4+2ABx^5+(B^2+2AC)x^6+\text{enz.}\}^{\frac{1}{2}} =$$
$$= x + \frac{1}{2}A^2x^5 + ABx^6 + \frac{1}{2}(B^2+2AC)x^7 + \text{enz.},$$

$$\sigma' = \int_0^x dx\sqrt{\left\{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right\}} =$$
$$= \int_0^x dx\left\{1+9A^2x^4+24ABx^5+(16B^2+30AC)x^6+\text{enz.}\right\}^{\frac{1}{2}} =$$
$$= x + \frac{9}{10}A^2x^5 + 2ABx^6 + \frac{1}{7}(8B^2+15AC)x^7 + \text{enz.}$$

en dus

$$\sigma' - \sigma = \frac{2}{5}A^2x^5 + ABx^6 + \frac{1}{14}(9B^2+16AC)x^7 + \text{enz.}$$

---

*) Dat, ofschoon de geodetische lijn en de normaaldoorsnede elkander niet raken, haar hoek toch tot de 2e orde opklimt, wordt alzoo juist door de hier voorkomende bijzonderheid van het bestaan eener gemeenschappelijke hoofdnormaal dier krommen op het gebogen oppervlak, dat is door de bijzonderheid van het buigpunt P in de ontwikkeling, verklaard. En door de niet raking op den voorgrond te stellen, maar daarbij niet op deze bijzonderheid te letten, heeft dan ook H. LEVRET in eene in de *Comptes-rendus*, Tome 76, 1873, pag. 540—542, opgenomen, maar blijkens pag. 822 later teruggenomen verhandeling ten onregte eene formule $A + z = 200^{\text{gr.}} + \frac{Ke^2 \sin 2L \sin 2z \cos z}{4a \sin 1''}$ (of in de hieronder aangenomen notatie: $\gamma - \gamma' = \frac{1}{4}e^2\frac{x}{a}\sin 2\varphi \sin 2\alpha \cos\alpha$) voor de aardspheroïde opgemaakt, volgens welke die hoek slechts van de 1e orde in x zou zijn.

of als eerste benadering $\sigma' - \sigma = \frac{2}{5} x \left(\frac{y}{x}\right)^2$ is, zijnde dezelfde waarde die bij JORDAN, pag. 339, onder den vorm $\frac{2}{5} s\,(\beta - \alpha)^2$ wordt opgegeven. Eindelijk heeft men den pijl δ op het ontwikkelbare oppervlak zelf te beschouwen als eene geodetische lijn, normaal op de gegeven geodetische lijn en op de normaaldoorsnede, en dus in de ontwikkeling als eene regte lijn normaal op beiden; noemt men alzoo het punt $p\,(x', y')$, neemt men in aanmerking dat $\angle\, p\, P P_1$ slechts van de 2e orde is en dat dus de verhouding van de afstanden gemeten loodregt op PP_1 en op PX slechts in de 4e orde van de eenheid afwijkt, en behoudt men hier in y en in y', weder met het oog op de bijzondere gevallen sub 2°. en 3°., de termen in x^4 en in x'^4, dan heeft men

$$\delta = \frac{y}{x} x' - y' = (Ax^2 + Bx^3)\, x' - (Ax'^3 + Bx'^4) = \text{max. in } x'.$$

Dit vordert

$$Ax^2 + Bx^3 = 3\,Ax'^2 + 4\,Bx'^3,$$

waaruit

$$x' = \sqrt{\frac{x^2}{3}\left(1 + \frac{B}{A}x - \frac{4B}{A}\frac{x'^3}{x^2}\right)} = \frac{1}{3}x\sqrt{3}\left(1 + \frac{B}{2A}x - \frac{2B}{A}\cdot\frac{\frac{1}{9}x^3\sqrt{3}}{x^2}\right) =$$

$$= \frac{1}{3}x\sqrt{3} + \frac{1}{18}\frac{B}{A}x^2\,(3\sqrt{3} - 4),$$

en hiermede

$$\delta = \frac{2}{9}Ax^3\sqrt{3} + \frac{1}{9}Bx^4(3\sqrt{3} - 1) = 0.385\,Ax^3 + 0.466\,Bx^4,$$

of als eerste benadering $\delta = 0.385\,y$. *)

---

*) De benaderingsformule $\delta = A\,x^2 . x' - A\,x'^3 = A\,x'\,(x - x')\,(x + x')$ voor een willekeurig punt (x', y') leert nog door verwisseling van x' en $x - x'$, dat de segmenten op eene ordinaat afgesneden tusschen $P p P_1$ en PP_1, tusschen PP_1 en $P p_1 P_1$, en tusschen $P p P_1$ en $P p_1 P_1$, zich verhouden als $x + x'$, $2x - x'$ en $3x$,

2°. Wil men van deze voor het algemeene geval gevonden uitkomsten gebruik maken voor het boven sub 2°. beschouwde bijzondere geval, dan moet men eenige omzigtigheid in acht nemen. In het voorgaande toch zijn in werkelijkheid de coëfficiënten A, B, C enz. van gelijke orde van grootte ondersteld. Dit nu heeft niet meer plaats indien, altijd in de onderstelling van een kleinen eindigen afstand PP_1, P_1 niet meer een willekeurig punt, maar zelf evenals P een buigpunt van de kromme PpP_1 is. Noemende dit buigpunt P_1 ter onderscheiding (x_1, y_1), dan moet aldaar $\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)_{x_1} = 6Ax_1 + 12Bx_1^2 + 20Cx_1^3 +$ enz. $= 0$

zijn, hetgeen vordert dat de coëfficiënt $A = -2Bx_1 - \frac{10}{3}Cx_1^2 -$enz.

tot ééne orde hooger dan B opklimt en met x_1 vergelijkbaar is. Vooreerst wordt daardoor voor een willekeurig punt van den boog PpP_1 de ordinaat $y = -2Bx_1 x^3 + Bx^4 +$ enz., die in het algemeen bij benadering evenredig was aan de 3e magt van de abscis x, alsnu van de 4e orde en verkrijgt bovendien een getallencoëfficiënt afhankelijk van $\frac{x}{x_1}$ zelf. Ook wordt voor het buigpunt P_1 : $y_1 = -Bx_1^4 +$ enz., $\frac{y_1}{x_1} = -Bx_1^3 +$ enz. en

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_{x_1} = -6Bx_1 \cdot x_1^2 + 4Bx_1^3 + \text{enz.} = -2Bx_1^3 + \text{enz.},$$

waaruit blijkt dat, gelijktijdig met de verheffing tot de 3e orde van deze beide in het algemeene geval tot de 2e orde behoorende

---

hetgeen voor $x = a\sigma'$ en $x' = a\sigma$ overeenstemt met de boven aangehaalde formule $\frac{QP}{QQ'} = \frac{\sigma' + \sigma}{3\sigma'}$ van CLARKE voor de segmenten op eene aardmeridiaan. Evenzoo bevat de meer naauwkeurige formule

$$\delta = (Ax^2 + Bx^3)x' - (Ax'^3 + Bx'^4) = x'(x - x') \left\{ A(x + x') + B(x^2 + xx' + x'^2) \right\},$$

door daarin, zooals hieronder zal blijken, voor de aardspheroïde te substitueren

$$A = \frac{1}{6} \frac{e^2 \cos^2\varphi \sin\alpha \cos\alpha}{a^2} \text{ en } B = -\frac{1}{24} \frac{e^2 \sin\varphi \cos\varphi \sin\alpha}{a^3},$$

door δ te vervangen door $QP \sin\alpha$ of $a\delta u. \sin\alpha$, x door $a\sigma'$ of $a(\sigma + \sigma_1)$, x' door $a\sigma$, φ door u, en door te letten op de formule van CLARKE voor $\sin u'$ op pag. 355, als bijzonder geval zijne formule (15).

hoeken, de onderlinge gelijkheid der hoeken van de kromme PpP_1 met hare koorde PP_1, welke gelijkheid uitzondering leed zoolang slechts het ééne punt P een buigpunt was, weder hersteld wordt. Verder klimt nu het verschil in lengte $\sigma' - \sigma$, dat in het algemeen van de 5e orde bleek te zijn, tot de 7e orde op: het wordt namelijk, omdat hier 16 AC in den coëfficiënt van den derden term tegen $9B^2$ wegvalt,

$$\sigma' - \sigma = \frac{2}{5}.4B^2x_1^2.x_1^5 - 2Bx_1.Bx_1^6 + \frac{9}{14}B^2x_1^7 + \text{enz} = \frac{17}{70}B^2x_1^7 + \text{enz.}$$

En eindelijk kan de algemeene formule voor den pijl in dit geval niet regtstreeks meer dienen, daar de vorenstaande oplossing van $Ax^2 + Bx^3 = 3Ax'^2 + 4Bx'^3$ waarop zij gegrond is almede gelijke orde van A en B onderstelt, en alleen in die onderstelling dan ook de uit de gevondene x' af te leiden x'^2 en x'^3 respectievelijk bij twee en bij één termen afgebroken mogen worden en zoodoende deze vergelijking verifiëeren. In plaats van de ter eerste benadering afgekorte vergelijking $Ax^2 = 3Ax'^2$ heeft men integendeel thans de vergelijking voluit, maar onder den vorm $-2Bx_1.x_1^2 + Bx_1^3 = -6Bx_1.x'^2 + 4Bx'^3$ of $4x'^3 - 6x_1x'^2 + x_1^3 = 0$ te gebruiken, gevende voor den hier bedoelden wortel $x' = \frac{x_1}{2}$. Zooals wel eenigzins te verwachten was, vertoont in dit geval de pijl zich midden tusschen de beide buigpunten: hij verkrijgt overigens tot eerst benaderde waarde

$$\delta = \frac{y_1}{x_1}x' - y' = \frac{y_1}{2} - \left\{ -2Bx_1\left(\frac{x_1}{2}\right)^3 + B\left(\frac{x_1}{2}\right)^4 \right\} = -\frac{5}{16}Bx_1^4 = 0.3125\, y_1$$

en is niet meer van de 3e, maar van de 4e orde.

3°. In het geval waarin de geodetische lijn eene der door P gaande kromtelijnen raakt, verkrijgt op dezelfde coordinatenassen de vergelijking der ontwikkelde normaaldoorsnede PpP_1 den vorm $y = Bx^4 +$ enz. Behalve voor zoover betreft het boven gevonden verschil in lengte, dat door $A = 0$ te stellen thans van de 7e orde wordt, namelijk $\sigma' - \sigma = \frac{9}{14}B^2x^7 +$ enz., en ook desverkiezende dadelijk uit $y = Bx^4 +$ enz. zelf is uit

te rekenen, schijnt het bezwaarlijk de formulen voor dit geval door dezelfde substitutie uit die van het algemeene geval sub 1°. af te leiden. Althans de vroegere betrekking $\frac{y}{x} = \frac{1}{3}\frac{dy}{dx}$ verliest hare geldigheid en is wegens $\frac{y}{x} = Bx^3 +$ enz. en $\frac{dy}{dx} = 4Bx^3 +$ enz. te vervangen door $\frac{y}{x} = \frac{1}{4}\frac{dy}{dx}$. En ofschoon ook de formule zelve voor den pijl wel de substitutie $A = 0$ zou toelaten, zou zij daardoor, gegrond als zij is op de voor x' gevonden waarde die in dit geval onbruikbaar wordt, niet de juiste zijn. Integendeel heeft men hier deze benadering:

$$\delta = \frac{y}{x}x' - y' = Bx^3x' - Bx'^4 = \text{max.},$$

dus

$$Bx^3 - 4Bx'^3 = 0,\ x' = \frac{1}{2}x\sqrt[3]{2},\ \delta = \frac{3}{8}Bx^4\sqrt[3]{2} = 0.47\,y.$$

Door de hier sub 1°. tot 3°. ontwikkelde formulen is men dus in staat om, de hoek tusschen geodetische lijn en normaaldoorsnede door middel der coefficienten A, B, C enz. bekend zijnde, daaruit regtstreeks het verschil in lengte en den pijl te berekenen.

Wil men thans tot de werkelijke berekening der hoeken van de geodetische lijn met de beide normaaldoorsneden overgaan en zich daarbij slechts tot zekeren graad van benadering bepalen, dan is het niet noodig op het gegeven oppervlak zelf te werken, maar kan men ook daartoe weder gebruik maken van het reeds langs de geodetische lijn aangelegde omhullend ontwikkelbaar oppervlak. Wil men zich met een nog geringeren graad van naauwkeurigheid vergenoegen, dan ligt het voor de hand dit ontwikkelbaar oppervlak door een eenvoudiger te vervangen, namelijk den kegel hebbende het raakpunt der keerlijn met de door het beschouwde punt P gaande beschrijvende lijn

tot top en de geodetische lijn zelve tot rigtlijn. Wil men eindelijk nogmaals een graad van naauwkeurigheid laten vallen, dan is de vervanging van dezen kegel door een cilinder met dezelfde rigtlijn en dezelfde beschrijvende lijn, m. a. w. de vervanging van het even bedoelde punt der keerlijn door een punt in het oneindige, mogelijk.

Om dus op eenvoudige wijze eene eerst benaderde waarde voor de meergenoemde hoeken te vinden, beschouwe men allereerst (Fig. 2) op een omwentelingscilinder met straal r twee punten P en P_1 van eene met de beschrijvende lijnen een hoek γ makende schroeflijn; den met deze punten overeenkomenden middelpuntshoek PQR stelle men door ε voor. De doorsnede van het door de normaal PQ en door het punt P_1 gaande vlak met den cilinder of met zijn raakvlak in P maakt dan aldaar met de beschrijvende lijn een hoek γ' gelijk aan den hoek RP_1S van de beschrijvende lijn in P_1 met het eerstgenoemde vlak en dus, uithoofde P_1R = boog PR. $cot\,\gamma = r\,\varepsilon\, cot\,\gamma$ is, bepaald door $tg\,\gamma' = \frac{r\,sin\,\varepsilon}{r\,\varepsilon\,cot\,\gamma} = \frac{sin\,\varepsilon}{\varepsilon}\,tg\,\gamma$. De doorsnede daarentegen van het door de normaal P_1Q_1 en door het punt P gaande vlak met den cilinder of met zijn raakvlak in hetzelfde punt P maakt met de beschrijvende lijn aldaar een hoek γ'', bepaald door $tg\,\gamma'' = \frac{r\,tg\,\varepsilon}{r\,\varepsilon\,cot\,\gamma} = \frac{tg\,\varepsilon}{\varepsilon}\,tg\,\gamma$. De tangenten derhalve der drie hoeken γ', γ, γ'' verhouden zich als $sin\,\varepsilon$, ε, $tg\,\varepsilon$; zoodat voor $\varepsilon < 90^\circ$ steeds $\gamma' < \gamma < \gamma''$ is.

Deze formulen zijn van toepassing te maken op twee op kleinen afstand van elkander verwijderde punten van een willekeurigen cilinder. Dan toch is voor r de kromtestraal en voor ε de kleine hoek te nemen die den contingentiehoek der rigtlijn van den cilinder tot grenswaarde heeft. Door ontwikkeling van $sin\,\varepsilon$ en $tg\,\varepsilon$ komt in dat geval $tg\,\gamma' = \left(1 - \frac{1}{6}\varepsilon^2\right) tg\,\gamma$ en $tg\,\gamma'' = \left(1 + \frac{1}{3}\varepsilon^2\right) tg\,\gamma$, waaruit volgt

$$\gamma - \gamma' = -\Delta\gamma = -cos^2\gamma\,\Delta.tg\gamma = cos^2\gamma(tg\gamma - tg\gamma') = \frac{1}{6}\varepsilon^2 sin\gamma cos\gamma = \frac{1}{12}\varepsilon^2 sin 2\gamma,$$

en evenzoo

$$\gamma'' - \gamma = \cos^2\gamma\,(tg\,\gamma'' - tg\,\gamma) = \frac{1}{3}\varepsilon^2 \sin\gamma\cos\gamma = \frac{1}{6}\varepsilon^2 \sin 2\gamma,$$

zoodat dan steeds

$$\gamma'' - \gamma = 2(\gamma - \gamma') \text{ of } \gamma = \frac{1}{3}(2\gamma' + \gamma'') \text{ is.}$$

Voor $\gamma = 0$ en voor $\gamma = 90^0$ worden $\gamma - \gamma'$ en $\gamma'' - \gamma$ naar behooren gelijk nul. Voor $\gamma = 45^0$ worden zij zoo groot mogelijk, namelijk $\frac{1}{12}\varepsilon^2$ en $\frac{1}{6}\varepsilon^2$.

Voor het meermalen genoemde ontwikkelbaar oppervlak is nu het voor den cilinder gevondene onmiddellijk te gebruiken, omdat dan de twee beschrijvende lijnen van P en P_1 wel niet volstrekt evenwijdig loopen, maar elkander toch onder een zoo kleinen hoek snijden dat deze alleen van invloed zou zijn indien een hoogere graad van benadering verlangd werd, daar de verhouding van de onderlinge afstanden dier lijnen in P en in P_1 weinig van de eenheid afwijkt. De formulen

$$\gamma - \gamma' = \frac{1}{12}\varepsilon^2 \sin 2\gamma \quad \text{en} \quad \gamma'' - \gamma = \frac{1}{6}\varepsilon^2 \sin 2\gamma$$

blijven dus als eerste benadering geldig, mits ε opvattende, voor een ontwikkelbaar oppervlak als den hoek der eindnormalen van zijne doorsnede met het normaalvlak van de beschrijvende lijn in P, en voor een willekeurig oppervlak als den hoek der eindnormalen van de doorsnede van het oppervlak zelf met het normaalvlak der beschrijvende lijn van het door de geodetische lijn bepaalde ontwikkelbaar oppervlak, welke beschrijvende lijn in dat geval tevens den (scherpen) hoek γ bepaalt. Uithoofde deze beschrijvende lijn voorkomt als doorsnede van het raakvlak in P met dat in het onmiddellijk volgend punt der geodetische lijn, kan zij tevens beschouwd worden als dezelfde doorsnede voor deze zelfde twee punten op de krommings-paraboloïde van het gegeven oppervlak in P, en valt dus als zoodanig langs de aan de raaklijn der geodetische lijn toegevoegde middellijn van de indicatrix van dit oppervlak, dat is langs de toegevoegde raaklijn van het oppervlak zelf in P.

Wil men zich nog meer bepaaldelijk rekenschap geven van den graad van naauwkeurigheid dien men bereikt naarmate het gegeven oppervlak door een ontwikkelbaar oppervlak, een kegel of een cilinder wordt vervangen, dan merke men op dat in ieder punt van de geodetische lijn behalve in P de beschrijvende lijnen van ontwikkelbaar oppervlak en cilinder een kleinen hoek vormen; twee lijnen op die oppervlakken getrokken op kleine afstanden van dezelfde orde gerekend uit de geodetische lijn hebben een onderlingen afstand van ééne orde hooger en dus te verwaarloozen, en zoowel de geodetische lijn als de normaaldoorsnede van het ontwikkelbare oppervlak zijn tevens als zoodanig te beschouwen voor den cilinder. Nu is zoo even (in overeenstemming trouwens met het reeds boven in het algemeen gevondene) gebleken dat voor den cilinder de hoek $\gamma-\gamma'$ van geodetische lijn en normaaldoorsnede van de 2e orde en dus de afstand dezer lijnen, zooals men in de rigting der beschrijvende lijn ook gemakkelijk regtstreeks zou kunnen uitrekenen, van de 3e orde is. Dit geldt alzoo tevens voor het ontwikkelbare oppervlak; en op dien afstand van de 3e orde is weder de onderlinge afstand der normaaldoorsneden van het gegeven en van het ontwikkelbare oppervlak, zooals in den aanvang werd opgemerkt, van de dubbele of 6e orde, en stemt alzoo met eene onderlinge hoekafwijking van de 5e orde overeen. Hieruit blijkt dat, wilde men voor het gegeven oppervlak den hoek $\gamma-\gamma'$ werkelijk tot in de 5e orde benaderen, daartoe de berekening op dit oppervlak zelf en niet op eenig hulpoppervlak zou moeten worden uitgevoerd; dat daarentegen, als men zich met de 4e orde wil vergenoegen, het omhullend ontwikkelbaar oppervlak in de plaats van het gegevene kan gesteld worden. Bedenkt men verder dat de vervanging van dit ontwikkelbare oppervlak door den reeds boven omschreven kegel zou nederkomen op eene verwaarloozing van kleine deelen der opvolgende beschrijvende lijnen nabij de keerlijn in vergelijking met de gedeelten tot aan de rigtlijn, dan schijnt men geregtigd tot het besluit dat deze vervanging den graad der naauwkeurigheid weder met één verlaagt en dus den hoek $\gamma-\gamma'$ tot in de 3e orde doet kennen. Eindelijk weder, dat de vervanging van eindige beschrijvende lijnen door oneindige, dat is de

overgang van den kegel tot den cilinder, nogmaals één graad in naauwkeurigheid doet verloren gaan, en dat dus de boven voor den cilinder gevonden hoek van de 2e orde dan ook voor een willekeurig oppervlak slechts tot in de 2e orde naauwkeurig is. Waaraan men, de geleidelijke vereenvoudiging van oppervlakken zoover mogelijk doorvoerende, nog zou kunnen toevoegen dat de vervanging der geodetische lijn zelve door hare raaklijn in P, dat is van den cilinder door het raakvlak, eene uitkomst zou geven naauwkeurig tot in de 1^e orde, hetgeen werkelijk hiermede sluit dat de bedoelde hoek in het algemeen van de 2^e orde is, maar voor een plat vlak volstrekt gelijk nul wordt. Met deze uitkomsten stemt de opmerking overeen dat plat vlak, cilinder, kegel en ontwikkelbaar oppervlak, voor zoover de kennis der keerlijn van dit laatste hier vereischt zou worden, te bepalen zijn respectievelijk door de raakvlakken in één, twee, drie en vier opvolgende punten der geodetische lijn.

Stel dat men thans, de berekening tot in de 4e orde door het ontwikkelbare oppervlak wegens hare meerdere zamengesteldheid achterwege latende, daarentegen door middel van den kegel de berekening tot in de 3e orde wil uitvoeren, dan kan daartoe, evenals boven voor den cilinder, eenvoudigheidshalve een omwentelingskegel dienen. Vooreerst is als top van dezen kegel te nemen het overeenkomstig punt der keerlijn van het ontwikkelbaar oppervlak, dat is het snijpunt der raakvlakken van het gegeven oppervlak in drie opvolgende punten der geodetische lijn; ten andere kan men als omwentelingsas gebruiken de lijn die met deze drie vlakken gelijke hoeken maakt, dat is de doorsnede der inwendige deelvlakken van deze vlakken twee aan twee. In de onderstelling namelijk van een kleinen boog PP_1 kan weder de afwijking van den werkelijken kegel en van dezen omwentelingskegel verwaarloosd worden. Zijn nu (Fig. 3) de beschrijvende lijnen $TP = l$ en $TP_1 = l_1$, de halve tophoek $PTQ = P_1TQ = \beta$ en de middelpuntshoek $POR = \varepsilon$, dan gaat vooreerst bij ontwikkeling van den kegel de geodetische lijn PP_1 in de zijde van een driehoek PTP_1 over, waarvan de overstaande hoek gelijk $\frac{\text{boog } PR}{TP} = \frac{\varepsilon \,.\, OP}{TP} = \varepsilon \sin\beta$ is en waarin dus $l : l_1 = \sin(\gamma + \varepsilon \sin\beta) : \sin\gamma$ staat. Verder worden de hoeken γ' en γ'' be-

paald door de doorgangen van het door de normaal PQ en door het punt P_1 gaande vlak en van het door de normaal P_1Q_1 en door het punt P gaande vlak respectievelijk met het raakvlak in P, dat is door de snijpunten p' en p'' van dit laatste vlak met de lijn uit P_1 evenwijdig aan PQ en met de lijn P_1Q_1 zelve. Nu zijn ten opzigte van de onderling loodregte lijnen of assen PQ, PS en PT de coordinaten van P_1: $\{l_1 \sin\beta(1-\cos\varepsilon)\cos\beta,\ l_1\sin\beta\sin\varepsilon,\ (l-l_1)+l_1\sin\beta(1-\cos\varepsilon)\sin\beta\}$, en van Q_1 als snijpunt van de normaal in R_1 met de kegelas: $\{l_1\, tg\beta,\ 0,\ l-l_1\}$. Uit de eerste coordinaten volgt:

$$tg\gamma' = \frac{l_1 \sin\beta \sin\varepsilon}{(l-l_1)+l_1\sin^2\beta(1-\cos\varepsilon)} = \frac{\sin\gamma\sin\beta\sin\varepsilon}{\sin(\gamma+\varepsilon\sin\beta)-\sin\gamma+\sin\gamma\sin^2\beta(1-\cos\varepsilon)},$$

of voor kleine waarden van ε, tot in de 3e orde naauwkeurig:

$$tg\gamma' = \frac{\sin\gamma\sin\beta\,(\varepsilon-\frac{1}{6}\varepsilon^3)}{\sin\gamma(1-\frac{1}{2}\varepsilon^2\sin^2\beta+\frac{1}{24}\varepsilon^4\sin^4\beta)+\cos\gamma(\varepsilon\sin\beta-\frac{1}{6}\varepsilon^3\sin^3\beta)-\sin\gamma+\sin\gamma(\frac{1}{2}\varepsilon^2-\frac{1}{24}\varepsilon^4)\sin^2\beta} =$$

$$= \frac{(1-\frac{1}{6}\varepsilon^2)\sin\gamma}{\cos\gamma-\frac{1}{6}\varepsilon^2\cos\gamma\sin^2\beta-\frac{1}{24}\varepsilon^3\sin\gamma\sin\beta\cos^2\beta} =$$

$$= tg\,\gamma - \frac{1}{6}\varepsilon^2\, tg\,\gamma\cos^2\beta + \frac{1}{24}\varepsilon^3\, tg^2\gamma\sin\beta\cos^2\beta.$$

Uit de verbinding van beide stelsels coordinaten volgt, door het snijpunt p'' van P_1Q_1 of van

$$\frac{X-l_1\, tg\beta}{\sin\beta(1-\cos\varepsilon)\cos\beta-tg\beta} = \frac{Y}{\sin\beta\sin\varepsilon} = \frac{Z-(l-l_1)}{\sin^2\beta(1-\cos\varepsilon)}$$

met het raakvlak $X=0$ te bepalen, dat:

$$tg\gamma'' = \frac{Y}{Z} = \frac{-l_1\, tg\beta\sin\beta\sin\varepsilon}{(l-l_1)\{\sin\beta\cos\beta(1-\cos\varepsilon)-tg\beta\}-l_1 tg\beta\sin^2\beta(1-\cos\varepsilon)} =$$

$$= \frac{\sin\gamma\sin\beta\sin\varepsilon}{\{\sin(\gamma+\varepsilon\sin\beta)-\sin\gamma\}\{1-\cos^2\beta(1-\cos\varepsilon)\}+\sin\gamma\sin^2\beta(1-\cos\varepsilon)}\ \text{is},$$

of voor kleine ε:

$$tg\gamma''=\frac{\sin\gamma\sin\beta\,(\varepsilon-\frac{1}{6}\varepsilon^3)}{\left\{\sin\gamma(1-\frac{1}{2}\varepsilon^2\sin^2\beta+\frac{1}{24}\varepsilon^4\sin^4\beta)+\cos\gamma(\varepsilon\sin\beta-\frac{1}{6}\varepsilon^3\sin^3\beta)-\sin\gamma\right\}\left\{1-(\frac{1}{2}\varepsilon^2-\frac{1}{24}\varepsilon^4)\cos^2\beta\right\}+\sin\gamma\,(\frac{1}{2}\varepsilon^2-\frac{1}{24}\varepsilon^4)\sin^2\beta}=$$

$$=\frac{(1-\frac{1}{6}\varepsilon^2)\sin\gamma}{\cos\gamma-(\frac{1}{6}\varepsilon^2\cos\gamma\sin^2\beta+\frac{1}{2}\varepsilon^2\cos\gamma\cos^2\beta)+\frac{5}{24}\varepsilon^3\sin\gamma\sin\beta\cos^2\beta}=$$

$$=tg\,\gamma+\frac{1}{3}\varepsilon^2\,tg\,\gamma\cos^2\beta-\frac{5}{24}\varepsilon^3\,tg^2\,\gamma\sin\beta\cos^2\beta.$$

Ook tot in de 3e orde blijkt wijders dat, evenals boven voor den cilinder tot in de 2e orde,

$$\gamma-\gamma'=\cos^2\gamma(tg\gamma-tg\gamma'),\text{alzoo}=\frac{1}{6}\varepsilon^2\sin\gamma\cos\gamma\cos^2\beta-\frac{1}{24}\varepsilon^3\sin^2\gamma\sin\beta\cos^2\beta,$$

en

$$\gamma''-\gamma=\cos^2\gamma(tg\gamma''-tg\gamma),\text{ alzoo}=\frac{1}{3}\varepsilon^2\sin\gamma\cos\gamma\cos^2\beta-\frac{5}{24}\varepsilon^3\sin^2\gamma\sin\beta\cos^2\beta\text{ is.}$$

Voor $\beta=0$ gaan deze formulen weder in de vroegere over. Ook thans geven zij, zoolang men zich tot de 2e orde bepaalt, als vroeger $\gamma''-\gamma=2\,(\gamma-\gamma')$: namelijk in de onderstelling dat γ niet te zeer tot $90°$ toenadert. Is dit daarentegen wel het geval, is bijv. $\gamma=90°-k\varepsilon$, als wanneer $\sin\gamma=\cos k\varepsilon=1$ en $\cos\gamma=\sin k\varepsilon=k\varepsilon$ te stellen is, dan heeft men tot in de 3e orde: $\gamma-\gamma'=\frac{1}{24}\varepsilon^3\cos^2\beta\,(4k-\sin\beta)$ en $\gamma''-\gamma=\frac{1}{24}\varepsilon^3\cos^2\beta($ $(8k-5\sin\beta)$, zoodat dan de verhouding $\frac{\gamma''-\gamma}{\gamma-\gamma'}=\frac{8k-5\sin\beta}{4k-\sin\beta}$ wel degelijk afhangt van k en dus van de volstrekte grootte

der hoeken $\gamma - \gamma'$ en $\gamma'' - \gamma$ zelve. Om niet in herhalingen te vallen zullen de bijzondere gevolgen die daaromtrent reeds hier zouden zijn af te leiden, liever later bij de berekening op het willekeurig gegeven oppervlak zelf worden besproken, en wordt thans slechts aangestipt dat de boven sub 2°. en sub 3°. vermelde bijzondere gevallen respectievelijk overeenkomen met de onderstellingen $k = \frac{1}{2} \sin \beta$ en $k = 0$, waarvoor de verhouding $\frac{\gamma'' - \gamma}{\gamma - \gamma'}$ overgaat in -1 of in $+5$.

In plaats van in den middelpuntshoek ε op de kegelas, kan men de hoeken $\gamma - \gamma'$ en $\gamma'' - \gamma$ ook uitdrukken in den hoek ω dien de raaklijnen der geodetische lijn in P en in P_1 met elkander maken en die den contingentiehoek dezer lijn zelve tot grenswaarde heeft. Deze raaklijnen, respectievelijk liggende in de raakvlakken in P en in P_1, wier onderlinge doorsnede TU ter wederzijde met de beschrijvende lijnen TP en TP_1 gelijke hoeken boog $tg \left(\sin \beta \, tg \frac{1}{2} \varepsilon \right)$ maakt, vormen met deze doorsnede de hoeken $\gamma +$ boog $tg \left(\sin \beta \, tg \frac{1}{2} \varepsilon \right)$ en $(\gamma + \varepsilon \sin \beta) -$ — boog $tg \left(\sin \beta \, tg \frac{1}{2} \varepsilon \right)$, wier verschil $- \varepsilon \sin \beta + 2$ boog $tg \left(\sin \beta \, tg \frac{1}{2} \varepsilon \right) =$

$$= - \varepsilon \sin \beta + 2 \sin \beta \left(\frac{1}{2} \varepsilon + \frac{1}{24} \varepsilon^3 \right) - \frac{2}{3} \sin^3 \beta . \frac{1}{8} \varepsilon^3 = \frac{1}{12} \varepsilon^3 \sin \beta \cos^2 \beta$$

van de 3[e] orde is. Van daar dat als men zich voorstelt ω slechts tot in de 2[e] orde uit te drukken in ε of omgekeerd, deze hoeken der raaklijnen met TU ieder gelijk $\gamma + \frac{1}{2} \varepsilon \sin \beta$ gedacht mogen worden. En is dit zoo, dan komen zij voor als de gelijke zijden van een gelijkbeenigen bolvormigen driehoek, waarvan de ingesloten hoek ψ de standhoek der beide raakvlakken en de derde zijde gelijk ω is, zoodat men heeft $\sin \frac{1}{2} \omega = \sin \frac{1}{2} \psi \sin \left(\gamma + \frac{1}{2} \varepsilon \sin \beta \right)$. Een tweede dergelijke driehoek, bepaald door de kegelas en door de loodlijnen uit een van hare punten op de beide raakvlakken, en hebbende dus den hoek ε tusschen de beide gelijke zijden $90° - \beta$ en verder

ψ tot derde zijde, geeft evenzoo $\sin\frac{1}{2}\psi = \sin\frac{1}{2}\varepsilon . \cos\beta$. Bijgevolg wordt $\sin\frac{1}{2}\omega = \sin\frac{1}{2}\varepsilon\cos\beta\sin\left(\gamma + \frac{1}{2}\varepsilon\sin\beta\right)$ of tot in de 2^e orde naauwkeurig $\omega = \varepsilon\cos\beta\left(\sin\gamma + \frac{1}{2}\varepsilon\sin\beta\cos\gamma\right)$, waaruit omgekeerd volgt

$$\varepsilon = \frac{\omega}{\sin\gamma\cos\beta} - \frac{\varepsilon^2}{2} . \frac{\cos\gamma\sin\beta}{\sin\gamma} = \frac{\omega}{\sin\gamma\cos\beta} - \frac{\omega^2}{2}\frac{\cos\gamma\sin\beta}{\sin^3\gamma\cos^2\beta} .$$

En de substitutie van deze waarde in de voor $\gamma - \gamma'$ en voor $\gamma'' - \gamma$ gevondene geeft nu

$$\gamma - \gamma' = \frac{1}{6}\omega^2\cot\gamma - \frac{1}{24}\omega^3\frac{\sin\beta(\sin^2\gamma + 4\cos^2\gamma)}{\sin^3\gamma\cos\beta}$$

en

$$\gamma'' - \gamma = \frac{1}{3}\omega^2\cot\gamma - \frac{1}{24}\omega^3\frac{\sin\beta(5\sin^2\gamma + 8\cos^2\gamma)}{\sin^3\gamma\cos\beta} .$$

Al mogen hier de laatste termen meer zamengesteld zijn dan die in de oorspronkelijke vormen in ε, zijn daarentegen de eerste termen, waartoe deze waarden zich weder voor den cilinder zouden bepalen, eenvoudiger Het is dan ook niet moeijelijk om in het cilindrische geval deze waarden regtstreeks te vinden, en wél nog spoediger dan dit boven in functie van ε geschied is. Daartoe heeft men slechts (Fig. 4) de geodetische lijn PP_1 te beschouwen als een kleinen boog van haar kromtecirkel, waarvan de straal $OP = OP_1 = R$ en de middelpuntshoek $POP_1 = \omega$ is. (Brengt men den standdriehoek P_1RS op OP aan, dan blijkt dat deze kromtestraal R met den boven beschouwden kromtestraal $QP = QR = r$ der projectie PR van de geodetische lijn of der rigtlijn van den cilinder zamenhangt volgens $\frac{R}{r} = \frac{2R.PS}{2r.PS} = \frac{P_1S^2}{RS^2} = \frac{1}{\sin^2\gamma}$ als eerste

benadering, waarvan de deeling door $\frac{R\omega}{r\varepsilon} = \frac{P_1 S}{RS} = \frac{1}{sin\,\gamma}$ weder de even gevonden benadering $\frac{\varepsilon}{\omega} = \frac{1}{sin\,\gamma}$ voor het geval van $\beta = 0$ oplevert.) Maar zonder thans r en ε in te voeren kan men volstaan met de opmerking dat de doorsneden P_1 S en P_1 S′ van het krommingsvlak O P P_1 der geodetische lijn met het vlak P_1 R S evenwijdig aan het raakvlak van den cilinder in P en met het raakvlak P_1 R S′ zelf in P_1, respectievelijk met de beschrijvende lijn P_1 R hoeken maken gelijk γ' en (wegens den kleinen afstand P P_1 van de raakpunten dier beide vlakken) slechts in hoogere orde verschillende van γ''. Slaat men dan ook de regthoekige driehoeken P_1 R P (zijnde deze een kromlijnige), P_1 R S en P_1 R S′, die $R\omega$, $R\,sin\,\omega$ en $R\,tg\,\omega$ tot hypotenusen hebben, in een zelfde plat vlak (Fig. 5) op de gemeenschappelijke regthoekszijde P_1 R uit en beschrijft men nog uit P_1 een cirkelboogje met straal $P_1 P = R\omega$, dat dus op de beide andere hypotenusen stukken $R\omega - R\,sin\,\omega$ en $R\,tg\,\omega - R\omega$ afsnijdt, dan leest men uit deze figuur onmiddellijk af dat $\gamma - \gamma' = \frac{(R\omega - R\,sin\,\omega)\,cot\,\gamma}{R\omega} = \frac{1}{6}\omega^2\,cot\,\gamma$ en $\gamma'' - \gamma = \frac{(R\,tg\,\omega - R\omega)\,cot\,\gamma}{R\omega} = \frac{1}{3}\,\omega^2\,cot\,\gamma$ is, als boven.

Boven was reeds sprake van de bepaling van top en as van den omwentelingskegel die in vervanging van het omhullend ontwikkelbaar oppervlak komt. Wilde men hieromtrent in het algemeen eene berekening uitvoeren, dan zou men het raakvlak in het punt P of (x, y, z) van het gegeven oppervlak $dz = p\,dx + q\,dy$ kunnen voorstellen door $U = p(X - x) + q(Y - y) - (Z - z) = 0$ en den afstand van eenig punt (X, Y, Z) tot dat vlak in regthoekige coordinaten door $\frac{U}{\sqrt{(p^2 + q^2 + 1)}}$. De kegeltop als snijpunt van drie opvolgende raakvlakken wordt dan bepaald door het stelsel $U = 0$, $dU = 0$, $d^2U = 0$; de kegelas als meetkundige plaats der even ver van de drie vlakken verwijderde punten door het stelsel $d\left(\frac{U}{\sqrt{(p^2+q^2+1)}}\right) = 0$, $d^2\left(\frac{U}{\sqrt{(p^2+q^2+1)}}\right) = 0$.

Bij het uitwerken van deze differentialen komen X, Y, Z als constanten voor en x, y, z als veranderlijken, zamenhangende vooreerst door de betrekking $dy = \mathrm{A}dx$ en dus $dz = pdx + qdy = (p + \mathrm{A}q)dx$ die de rigting der geodetische lijn bepaalt, ten andere door de differentiaalvergelijking van deze lijn als uitdrukking van de hoofdeigenschap dat het punt $(x + 2dx + d^2x,\ y + 2dy + d^2y,\ z + 2dz + d^2z)$ moet genomen worden in het platte vlak bepaald door het punt (x, y, z) en door de normaal van het punt $(x + dx,\ y + dy,\ z + dz)$. Merkt men echter op dat in de formulen voor $\gamma - \gamma'$ en $\gamma'' - \gamma$ bij den kegel de lengten l en l_1 die den top en den stand der as bepalen verdwenen zijn, dan blijkt dat wat deze berekening betreft alles slechts op den halven tophoek β en op den hoek γ zou aankomen.

In plaats evenwel van deze berekening moge thans een analytisch onderzoek volgen op het willekeurig gegeven oppervlak zelf. Voor de raaklijn in P van de geodetische lijn als X as en de normaal van het oppervlak als Z as van een regthoekig coordinatenstelsel is volgens de reeks van TAYLOR in de nabijheid van dezen oorsprong P de vergelijking van het oppervlak:

$$z = \frac{1}{2}(r x^2 + 2 s x y + t y^2) + \frac{1}{6}(u x^3 + 3 v x^2 y + 3 v_1 x y^2 + u_1 y^3) +$$

$$+ \frac{1}{24}(u' x^4 + 4 v' x^3 y + 6 w' x^2 y^2 + 4 v'_1 x y^3 + u'_1 y^4) + \frac{1}{120}(u'' x^5 + \text{enz.}) + \text{enz.},$$

waarin als coëfficiënten voorkomen de waarden die de opvolgende partiële differentiaalquotienten van z ten opzigte van x en y in den oorsprong verkrijgen. De projectie der geodetische lijn op het vlak XY dat loodregt op haar krommingsvlak XZ in P staat zal, volgens eene algemeene eigenschap, in P zelf een buigpunt vertoonen en dus eene vergelijking van den vorm $y = \mathrm{A}x^3 + \mathrm{B}x^4 +$ enz. hebben, zooals ook hieruit blijkt dat als de waarde van y met een term $\mathrm{A}_0 x^2$ begon, de projectie op YZ zou zijn $z = \dfrac{r}{2\mathrm{A}_0} y +$ enz. en dus het krommingsvlak niet

door de normaal P Z zou gaan. Ter berekening nu van de onbepaalde coëfficiënten A, B, enz. moet, als $\left(\frac{dz}{dx}\right)$ en $\left(\frac{dz}{dy}\right)$ de partiële differentiaalquotienten uit de vergelijking van het oppervlak voorstellen, de (desverkiezende ook analytisch af te leiden) vergelijking

$$\begin{vmatrix} 1 & \frac{dy}{dx} & \frac{dz}{dx} \\ 0 & \frac{d^2y}{dx^2} & \frac{d^2z}{dx^2} \\ \left(\frac{dz}{dx}\right) & \left(\frac{dz}{dy}\right) & -1 \end{vmatrix} = 0$$

dienen, die de hoofdeigenschap uitdrukt volgens welke in een zelfde vlak (waarvan de rigtingscoëfficiënten geëlimineerd zijn) liggen: 1°. de raaklijn der geodetische lijn, 2°. de diagonaal van het parallelogram op hare in de onderstelling van dx constant wederzijdsche elementen $\left(\pm dx,\ \pm dy + \frac{1}{2}d^2y,\ \pm dz + \frac{1}{2}d^2z\right)$, en 3°. de normaal van het oppervlak, van welke drie lijnen de rigtingscosinussen respectievelijk evenredig zijn aan de elementen der 1e, 2e en 3e rij van den vorenstaanden determinant; of ook, wat hetzelfde is en door de ontwikkelde vergelijking:

$$\left(-\frac{dy}{dx}\cdot\frac{d^2z}{dx^2} + \frac{dz}{dx}\cdot\frac{d^2y}{dx^2}\right)\left(\frac{dz}{dx}\right) + \frac{d^2z}{dx^2}\cdot\left(\frac{dz}{dy}\right) + \frac{d^2y}{dx^2} = 0 \quad . \ (1)$$

wordt uitgedrukt, dat het krommingsvlak der geodetische lijn, wiens rigtingscoëfficiënten evenredig zijn aan de inhouden $-dy\,d^2z + dz\,d^2y,\ dx\,d^2z,\ -dx\,d^2y$ der projectien van evengenoemd parallelogram, loodregt staat op het raakvlak van het oppervlak, wiens rigtingscoëfficiënten evenredig zijn aan $\left(\frac{dz}{dx}\right), \left(\frac{dz}{dy}\right), -1$.

Beperkt men de berekening tot de twee eerste termen in $y = Ax^3 + Bx^4 +$ enz, dan heeft men voor den laatsten term der vergelijking (1): $\frac{d^2 y}{d x^2} = 6 A x + 12 B x^2$, zoodat dan in die vergelijking in haar geheel de 3e en hoogere magten van x overbodig worden. Daar nu $\left(\frac{d z}{d x}\right)$ en $\left(\frac{d z}{d y}\right)$ beiden met de 1e magt van x aanvangen, y en z respectievelijk met de 3e en de 2e magt, dus de eerste term van (1) met de 3e magt, kan in dit geval deze term buiten rekening worden gelaten en de vergelijking zelve worden afgekort tot:

$$\frac{d^2 z}{d x^2} \left(\frac{d z}{d y}\right) + \frac{d^2 y}{d x^2} = 0 \quad , \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1')$$

waarin, mede tot in x^2, $\left(\frac{d z}{d y}\right) = s x + \frac{1}{2} v x^2$ te nemen is. Het wordt dan noodig $\frac{d^2 z}{d x^2}$ tot in x in rekening te brengen, waartoe de door substitutie van y in de vergelijking van het oppervlak te vinden ordinaat z der geodetische lijn tot in x^3 vereischt wordt, dat is $z = \frac{1}{2} r x^2 + \frac{1}{6} u x^3$, dus $\frac{d^2 z}{dx^2} = r + u x$. De beide onbepaalde coëfficiënten A en B zijn alzoo op te lossen uit $(r + u x)\left(s x + \frac{1}{2} v x^2\right) + (6 A x + 12 B x^2) = 0$, gevende $6 A + r s = 0$ en $12 B + \left(\frac{1}{2} r v + s u\right) = 0$, ten blijke dat op het aangenomen XYvlak de geodetische lijn zich projecteert volgens

$$y = -\frac{1}{6} r s x^3 - \frac{1}{24}(r v + 2 s u) x^4 + \text{ enz.}$$

Is nu (x, y, z) meer bepaaldelijk het eindpunt P_1 der geodetische lijn, dan wordt in P de boven door $\gamma - \gamma'$ voorgestelde

hoek van deze lijn met de in P normale en door P_1 gaande vlakke doorsnede van het oppervlak

$$\mp(\gamma - \gamma') = \frac{y}{x} = -\frac{1}{6} r s x^2 - \frac{1}{24}(r v + 2 s u) x^3 + \text{enz.}, \quad . \quad (2)$$

waarin, omdat boven door γ een scherpe hoek verstaan is, het bovenste of het onderste teeken is te nemen naarmate r en s gelijke of ongelijke teekens hebben.

De hoek in P daarentegen, dien de geodetische lijn vormt met de in P_1 normale en door P gaande doorsnede, kan gevonden worden door middel van het snijpunt der normaal $\frac{X - x}{\left(\frac{dz}{dx}\right)} = \frac{Y - y}{\left(\frac{dz}{dy}\right)} = -(Z - z)$ met het raakvlak $Z = 0$, dat is

het punt $\left\{X = x + z\left(\frac{dz}{dx}\right) = x + \frac{1}{2} r x^2 . r x + \text{enz.} = x + \text{enz.}, \right.$

$$Y = y + z\left(\frac{dz}{dy}\right) = (Ax^3 + Bx^4 + \text{enz.}) + \left(\frac{1}{2}rx^2 + \frac{1}{6}ux^3\right)\left(sx + \frac{1}{2}vx^2\right) =$$

$$= \left(A + \frac{1}{2} r s\right)x^3 + \left(B + \frac{1}{4}rv + \frac{1}{6}su\right)x^4 + \text{enz.} =$$

$= \frac{1}{3} rsx^3 + \frac{1}{24} (5 r v + 2 s u) x^4 + \text{enz.} \big\}$. Hieruit volgt namelijk voor dien hoek

$$\pm(\gamma'' - \gamma) = \frac{Y}{X} = \frac{1}{3} r s x^2 + \frac{1}{24}(5 r v + 2 s u) x^3 + \text{enz.} \quad . \quad . \quad (3).$$

In al deze formulen mag, uithoofde $\frac{dy}{dx}$ van de 2e en $\frac{dz}{dx}$ van de 1e orde is en dus de lengte $\sigma = \int_0^x dx \sqrt{\left\{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2\right\}}$ der geodetische lijn zelve slechts in de 3e orde van de abscis x afwijkt, x door σ vervangen worden. Dit zou echter niet meer het geval zijn indien men y en z voor de geodetische lijn tot in de 5e magt van x had willen benaderen: voor dat geval, waarin men ook niet meer van de zoo even volgens (1')

afgekorte, maar van de volledige differentiaalvergelijking (1) dier lijn had moeten uitgaan, zouden de volgende formulen gevonden zijn, waarin evenwel de wet der coëfficiënten niet zeer eenvoudig schijnt:

$$y = -\frac{1}{6}rsx^3 - \frac{1}{24}(rv + 2su)x^4 + \frac{1}{120}\{rs(3r^2 + rt + 12s^2) - 3(su' + uv)\}x^5 + \text{enz.}$$

$$z = \frac{1}{2}rx^2 + \frac{1}{6}ux^3 - \frac{1}{24}(4rs^2 - u')x^4 - \frac{1}{120}\{5s(3rv + 2su) - u''\}x^5 + \text{enz.}$$

$$X = x + \frac{1}{2}r^2x^3 + \text{enz.}$$

$$Y = \frac{1}{3}rsx^3 + \frac{1}{24}(5rv + 2su)x^4 - \frac{1}{120}\{rs(-3r^2 + 9rt + 8s^2) - (2su' + 7uv + 10rv')\}x^5 + \text{enz.}$$

$$\frac{Y}{X} = \frac{1}{3}rsx^2 + \frac{1}{24}(5rv + 2su)x^3 - \frac{1}{120}\{rs(17r^2 + 9rt + 8s^2) - (2su' + 7uv + 10rv')\}x^4 + \text{enz.}$$

Uit de beide eersten zou nu volgen:

$$\sigma = \int_0^x dx\sqrt{\left\{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dx}\right)^2\right\}} = x + \frac{1}{6}r^2x^3 + \frac{1}{8}rux^4 - \frac{1}{120}(3r^4 + 13r^2s^2 - 4ru' - 3u^2)x^5 - \frac{1}{144}(6r^3u + 13r^2sv + 14rs^2u - ru'' - 2uu')x^6 + \text{enz.},$$

en hieruit bij omkeering:

$$x = \sigma - \frac{1}{6}r^2\sigma^3 - \frac{1}{8}ru\sigma^4 + \frac{1}{120}(13r^4 + 13r^2s^2 - 4ru' - 3u^2)\sigma^5 + \frac{1}{144}(27r^3u + 13r^2sv + 14rs^2u - ru'' - 2uu')\sigma^6 + \text{enz.}$$

$$y = -\frac{1}{6} rs\sigma^3 - \frac{1}{24}(rv + 2su)\sigma^4 + \frac{1}{120}\{rs(13r^2 + rt + 12s^2) - 3(su' + uv)\}\sigma^5 + \text{enz.}$$

$$z = \frac{1}{2} r\sigma^2 + \frac{1}{6} u\sigma^3 - \frac{1}{24}\{4r(r^2+s^2) - u'\}\sigma^4 - \frac{1}{120}\{25 r^2 u + 5s(3rv + 2su) - u''\}\sigma^5 + \text{enz.},$$

terwijl men evenzeer de hoeken $\frac{y}{x}$ en $\frac{Y}{X}$ in σ zou kunnen uitdrukken. *) Nog zou men de lengte der doorsnede van het

---

*) Deze drie laatste formulen voor de coordinaten x, y, z, en daaruit wederkeerig alle vorige formulen, had men ook van den beginne af door onbepaalde coëfficiënten in de lengte σ in plaats van in x kunnen opmaken, indien men was uitgegaan van de vergelijking $\left(\frac{dz}{dx}\right) dx + \left(\frac{dz}{dy}\right) dy - dz = 0$ van het oppervlak of wel van de betrekking $dx^2 + dy^2 + dz^2 = d\sigma^2$, een van beiden verbonden met de voor constante $d\sigma$ geldende differentiaalvergelijkingen $\frac{d^2x}{\left(\frac{dz}{dx}\right)} = \frac{d^2y}{\left(\frac{dz}{dy}\right)} = -d^2z$ der geodetische lijn, die de hoofdeigenschap uitdrukken dat hare hoofdnormaal, dat is de diagonaal van de ruit op de wederzijdsche gelijke elementen $\pm d\sigma$ of $\left(\pm dx + \frac{1}{2} d^2x, \pm dy + \frac{1}{2} d^2y, \pm dz + \frac{1}{2} d^2 z\right)$, en wier rigtingscosinussen dus evenredig zijn aan d^2x, d^2y, d^2z, zamenvalt met de normaal van het oppervlak, wier rigtingscosinussen evenredig zijn aan $\left(\frac{dz}{dx}\right)$, $\left(\frac{dz}{dy}\right)$, -1. Dat deze vier ter oplossing van x, y, z in σ dienende vergelijkingen werkelijk met elkander zamenhangen, kan blijken doordien de eerste, term voor term vermenigvuldigd met de drie laatste gelijke waarden, de differentiaal $dx\, d^2x + dy\, d^2y + dz\, d^2z = 0$ geeft van de tweede vergelijking voor constante $d\sigma$. En wilde men zich wijders vergewissen dat in de gelijkheid der even bedoelde waarden de boven bij constante dx gebruikte differentiaalvergelijking (1), alleen uitdrukkende dat het krommingsvlak der geodetische lijn door de normaal van het oppervlak gaat, is opgesloten, dan zou daartoe de opmerking kunnen dienen dat, als men d^2x, d^2y, d^2z in hunne meest algemeene beteekenis, onafhankelijk van de voorwaarde dat zij bij constante $d\sigma$ behooren, opvat, dat dan in de vergelijking

$$\begin{vmatrix} dx & dy & dz \\ d^2x & d^2y & d^2z \\ \left(\frac{dz}{dx}\right) & \left(\frac{dz}{dy}\right) & -1 \end{vmatrix} = 0$$

de elementen der 2e rij voor de raaklijn evenredig zijn aan die der 1e en voor de hoofdnormaal blijkens meergenoemde gelijke waarden evenredig aan die der 3e rij: dat dus die vergelijking in het algemeen het door de raaklijn en de hoofdnormaal bepaalde vlak, dat is het krommingsvlak, voorstelt; maar tevens dat zij door nu de onderstelling $d^2x = 0$ in te voeren in de vergelijking (1) overgaat.

gegeven oppervlak $Z = \frac{1}{2}(rX^2 + 2sXY + \text{enz.}) +$ $+ \frac{1}{6}(uX^3 + 3vX^2Y + \text{enz.}) + \frac{1}{24}(u'X^4 + \text{enz.}) +$ $+ \frac{1}{120}(u''X^5 + \text{enz.}) + \text{enz.}$ met het door de normaal in P en door P_1 gaande vlak $Y = \frac{y}{x}X = \left\{-\frac{1}{6}rsx^2 - \frac{1}{24}(rv+2su)x^3 + \text{enz.}\right\}X$ kunnen opmaken (waarbij dan x als constant en X, Y, Z als veranderlijken te beschouwen), en daarvoor verkrijgen:

$$\sigma' = x + \frac{1}{6}r^2x^3 + \frac{1}{8}rux^4 - \frac{1}{360}(9r^4 + 35r^2s^2 - 12ru' - 9u^2)x^5 -$$
$$- \frac{1}{144}(6r^3u + 12r^2sv + 12rs^2u - ru'' - 2uu')x^6 + \text{enz.},$$

zoodat $\sigma' - \sigma = \frac{1}{90}r^2s^2x^5 + \frac{1}{144}rs(rv + 2su)x^6 + \text{enz.}$ zou worden: dezelfde uitkomst trouwens die boven door aanwending van het omhullend ontwikkelbaar oppervlak reeds op veel eenvoudiger wijze en verder benaderd uit de vergelijking $y = Ax^3 + Bx^4 + Cx^5 + \text{enz.}$ in het platte vlak is verkregen onder den vorm

$$\sigma' - \sigma = \frac{2}{5}A^2x^5 + ABx^6 + \frac{1}{14}(9B^2 + 16AC)x^7 + \text{enz.}$$

In dezen vorm toch is, daar $\frac{y}{x}$ op het oppervlak zelf en in de ontwikkeling denzelfden hoek beteekent, terwijl de abscissen x gebleken zijn in deze twee gevallen respectievelijk slechts in de 3e en in de 5e orde van de lengte σ der geodetische lijn te verschillen, volgens (2) slechts te substitueren $A = -\frac{1}{6}rs$ en $B = -\frac{1}{24}(rv + 2su)$. Wilde men nog bovendien de zoo even op het oppervlak zelf berekende en in x uitgedrukte lengten σ en σ' der geodetische lijn en der in P normale doorsnede vergelijken met de lengte der koorde PP_1, dan

zou men daartoe voor deze laatste vinden $\sqrt{(x^2+y^2+z^2)} =$

$$= x + \frac{1}{8} r^2 x^3 + \frac{1}{12} ru x^4 - \frac{1}{1152} (9 r^4 + 80 r^2 s^2 - 24 ru' -$$

$$- 16 u^2) x^5 - \frac{1}{1440} (15 r^3 u + 80 r^2 sv + 80 rs^2 u - 6 ru'' -$$

$$- 10 uu') x^6 + \text{enz.}$$

Bepaalt men zich tot de formulen (2) en (3), dan geven deze de hoeken van de geodetische lijn met de beide normaaldoorsneden reeds een graad verder benaderd dan de overeenkomstige formulen van WEINGARTEN voor $\alpha - \beta$ (hier $\pm (\gamma - \gamma')$) en voor $(\beta') - \beta$ (hier $\pm (\gamma'' - \gamma') = \pm ((\gamma'' - \gamma) + (\gamma - \gamma'))$), namelijk

$$\alpha - \beta = -\frac{1}{6} \sigma^2 (r_0 \cos^2 \beta + t_0 \sin^2 \beta)(r_0 - t_0) \sin \beta \cos \beta \text{ en}$$

$$(\beta') - \beta = -\frac{1}{2} \sigma^2 (r_0 \cos^2 \beta + t_0 \sin^2 \beta)(r_0 - t_0) \sin \beta \cos \beta \ ,$$

terwijl zij bovendien een meer beknopten vorm hebben. Dit laatste blijkt vooral indien men van de formulen (2) en (3) overgaat tot die op de door WEINGARTEN gebruikte coordinatenassen, namelijk de raaklijnen aan de beide door P gaande hoofddoorsneden van het oppervlak als X- en Y-assen, makende dan de geodetische lijn, de in P normale doorsnede en de in P_1 normale doorsnede respectievelijk met de X-as de hoeken α, β en (β'). Daartoe moet, de coordinaten volgens WEINGARTEN noemende x' en y', in zijne tot de 3e orde voortgezette vergelijking van het oppervlak, stel

$$z = \frac{1}{2}(r_0 x'^2 + t_0 y'^2) + \frac{1}{6}(u_0 x'^3 + 3 v_0 x'^2 y' + 3 v'_0 x' y'^2 + u'_0 y'^3) + \text{enz.},$$

gesubstitueerd worden $x' = x \cos \alpha - y \sin \alpha$ en $y' = x \sin \alpha + y \cos \alpha$, waardoor men voor de hier gebruikte vergelijking

$$z = \frac{1}{2}(r x^2 + 2 s xy + \text{enz.}) + \frac{1}{6}(u x^3 + 3 v x^2 y + \text{enz.}) + \text{enz.}$$

verkrijgt:

$$\left.\begin{aligned}
r &= r_0 \cos^2 \alpha + t_0 \sin^2 \alpha, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
s &= -(r_0 - t_0) \sin \alpha \cos \alpha, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
u &= u_0 \cos^3 \alpha + 3v_0 \sin \alpha \cos^2 \alpha + 3v'_0 \sin^2 \alpha \cos \alpha + u'_0 \sin^3 \alpha, \ . \\
v &= -u_0 \sin\alpha \cos^2\alpha + v_0 \cos\alpha(\cos^2\alpha - 2\sin^2\alpha) + v'_0 \sin\alpha(2\cos^2\alpha - \sin^2\alpha) + \\
&\quad + u'_0 \sin^2 \alpha \cos \alpha \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}\right\} (4)$$

Deze waarden, waarvan de eerste de betrekking volgens EULER tusschen de krommingen der normale doorsneden uitdrukt, geven vooreerst:

$$A = -\frac{1}{6} rs = +\frac{1}{6} (r_0 \cos^2 \alpha + t_0 \sin^2 a)(r_0 - t_0) \sin \alpha \cos \alpha$$

in overeenstemming met de formule van WEINGARTEN voor $\alpha - \beta$ (behoudens vervanging van α door β en van x door σ), en ten andere, indien die formule slechts ééne orde verder was voortgezet, den zeer zamengestelden coëfficiënt:

$$\begin{aligned}
B = -\frac{1}{24} (rv + 2\, su) = -\frac{1}{24} \Big\{ &- 3\, r_0\, u_0 \sin \alpha \cos^4 \alpha + \\
&+ r_0 v_0 \cos^3 \alpha (\cos^2 \alpha - 8 \sin^2 \alpha) + r_0 v'_0 \sin\alpha \cos^2\alpha (2\cos^2\alpha - 7 \sin^2\alpha) + \\
&+ r_0 u'_0 \sin^2\alpha \cos\alpha (\cos^2\alpha - 2\sin^2\alpha) + t_0 u_0 \sin\alpha \cos^2 \alpha (2\cos^2 \alpha - \sin^2\alpha) + \\
&+ t_0 v_0 \sin^2\alpha \cos\alpha (7\cos^2\alpha - 2\sin^2\alpha) + t_0 v'_0 \sin^3 \alpha (8 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) + \\
&+ 3\, t_0\, u'_0 \sin^4 a \cos \alpha \Big\}.
\end{aligned}$$

Evenzoo komt de eerste term van de voor het verschil in lengte gevonden formule

$$\sigma' - \sigma = \frac{1}{90} r^2 s^2 x^5 + \frac{1}{144} rs (rv + 2\, su) x^6 + \text{enz.}$$

overeen met de formule

$$s - \sigma = \frac{\sigma^5}{90} (r_0 - t_0)^2 (r_0 \cos^2 \beta + t_0 \sin^2 \beta)^2 \cos^2 \beta \sin^2 \beta + \text{enz.}$$

van WEINGARTEN in BAEYER's *Messen*, etc., pag. 92. Maar tevens blijkt dat de daar voorkomende opmerking, volgens welke bij voortgezette ontwikkeling van dit verschil ook de verdere termen den factor $(r_0 - t_0)^2$ zouden bevatten, niet juist is: immers dan zouden die termen in de thans gebezigde notatie den factor s^2 moeten hebben. Nu bevat de eerstvolgende term den factor s slechts in de 1e magt, en de daarop volgende term, waarvoor boven in het algemeen gevonden werd $\frac{1}{14}(9\,B^2 + 16\,AC)\,x^7$, in het geheel niet meer, wijl die term voor $s = 0$ of $A = 0$ en $B = -\frac{1}{24}rv$ niet verdwijnt. Al moge dan ook volgens WEINGARTEN voor den bol het verschil der hoofdkrommingen r_0 en t_0 en tevens het verschil in lengte $s - \sigma$ gelijktijdig nul worden, is omgekeerd de eerste omstandigheid die zich ook in de umbilici van een willekeurig oppervlak voordoet niet voldoende om tot de laatste te besluiten: terwijl toch bij den bol buitendien andere bijzondere betrekkingen tusschen de hoogere partiële differentiaalquotienten u_0, v_0, v'_0, u'_0, enz. bestaan die het verdwijnen der hoogere termen in $s - \sigma$ kunnen verklaren, behoeft dit bij een willekeurig oppervlak niet plaats te hebben, maar zal daar in het algemeen voor $r_0 = t_0$ het verschil $s - \sigma$ slechts van de 5e tot de 7e orde opklimmen Voor de hoeken $\gamma - \gamma'$ en $\gamma'' - \gamma$ geldt eene overeenkomstige opmerking; deze klimmen in het bedoelde geval van de 2e tot de 3e orde op.

Voor zoover de eerste termen in de formulen voor $\gamma - \gamma'$, $\gamma'' - \gamma$ en $\sigma' - \sigma$ betreft, doen wel is waar de vormen volgens WEINGARTEN deze grootheden meer onmiddellijk kennen als functiën van de hoofdkrommingen r_0 en t_0 van het oppervlak en van den hoek α (of benaderd β) der geodetische lijn met de bij r_0 behoorende hoofddoorsnede; maar daarentegen springt in den thans gevonden vorm meer onmiddellijk de beteekenis van den factor r in het oog als kromming van de aan de geodetische lijn rakende normaaldoorsnede van het oppervlak, dat is als kromming van de geodetische lijn zelve, terwijl ook aan den factor s eene eenvoudige beteekenis is te geven door middel van den boven ingevoerden (scherpen) hoek γ van de geodetische

lijn met hare toegevoegde raaklijn. De indicatrix toch van het oppervlak is $rx^2 + 2sxy + ty^2 = C$; hare aan de raaklijn $y = 0$ der geodetische lijn toegevoegde middellijn is bijgevolg $rx.X + sx.Y = 0$, waaruit $\mp tg\,\gamma = \frac{Y}{X} = -\frac{r}{s}$ of $s = \pm r cot\gamma$. Hieruit volgt nog, de formulen (2) en (3) afbrekende bij den eersten term,

$$\mp(\gamma - \gamma') = -\frac{1}{6} rsx^2 = \mp \frac{1}{6} r^2 x^2 cot\gamma \text{ en } \pm(\gamma'' - \gamma) = \pm \frac{1}{3} r^2 x^2 cot\,\gamma,$$

hetgeen werkelijk weder sluit met de boven uit kegel of cilinder gevonden formulen $\gamma - \gamma' = \frac{1}{6}\omega^2 cot\,\gamma$ en $\gamma'' - \gamma = \frac{1}{3}\omega^2 cot\,\gamma$, uithoofde de aldaar ingevoerde hoek ω der raaklijnen in de uiteinden der geodetische lijn gelijk is aan het quotient van hare lengte σ of x door haren kromtestraal, dat is gelijk aan het product rx.

Wat nu de verhouding der hoeken van de geodetische lijn met de beide normaaldoorsneden betreft, uit (2) en (3) volgt:

$$\frac{\gamma'' - \gamma}{\gamma - \gamma'} = \frac{8\,rs + (5\,rv + 2\,su)\,x + \text{enz.}}{4\,rs + (\;rv + 2\,su)\,x + \text{enz.}}.$$

Wordt x oneindig klein gedacht, dan is deze verhouding gelijk 2. Voor eindige maar kleine x is zij bij benadering gelijk 2, ten minste zoolang r of s niet te klein zijn. Wordt daarentegen bijv. s van dezelfde orde als x, stel $s = kx$, dan worden $\mp(\gamma - \gamma') = -\frac{1}{24} r(4k + v)x^3 +$ enz. en $\pm(\gamma'' - \gamma) = \frac{1}{24} r(8k + 5v)x^3 +$ enz. van de 3e orde en $\frac{\gamma'' - \gamma}{\gamma - \gamma'} = \frac{8k + 5v}{4k + v}$ afhankelijk van k zelf; bijv. voor $k = -\frac{1}{2}v$ of $s = -\frac{1}{2}vx$ komt $\mp(\gamma - \gamma') = \pm(\gamma'' - \gamma) = \frac{1}{24} rvx^3 +$ enz. of $\gamma' = \gamma''$: dit is het in den aanvang sub 2°. beschouwde geval waarin de twee normaaldoorsneden, op het vlak XY een zelf-

den doorgang hebbende, zamenvallen, of waarin de normalen in P en in P_1 elkander snijden, althans een afstand hebben van hooger orde dan in het algemeene geval; voor $k = 0$ of $s = 0$, als wanneer zooals sub 3°. werd ondersteld de X-as of raaklijn der geodetische lijn tevens raaklijn is van eene der beide kromtelijnen, komt $\frac{\gamma''-\gamma}{\gamma-\gamma'} = 5$; voor $k = -v$ of $s = -vx$ komt $\frac{\gamma''-\gamma}{\gamma-\gamma'} = 1$ of $\gamma = \frac{1}{2}(\gamma' + \gamma'')$, zoodat dan de geodetische lijn den hoek der beide normaaldoorsneden middendoor deelt; enz. Onderstelt men dat niet s, maar r klein is, bijv. $r = k'x$, dan worden $\mp(\gamma - \gamma') = -\frac{1}{12}s(2k' + u)x^2 +$ enz. en $\pm(\gamma''-\gamma) = \frac{1}{12}s(4k' + u)x^2 +$ enz. evenzeer van de 3e orde en de verhouding $\frac{\gamma''-\gamma}{\gamma-\gamma'} = \frac{4k' + u}{2k' + u}$ afhankelijk van k'; bijv. voor $k' = -\frac{1}{3}u$ of $r = -\frac{1}{3}ux$ komt weder $\gamma' = \gamma''$, dat is ééne gemeenschappelijke normaaldoorsnede; voor $k' = 0$ of $r = 0$, dat is als de geodetische lijn rakend is aan eene der beide asymptotische lijnen van het oppervlak, komt $\gamma = \frac{1}{2}(\gamma' + \gamma'')$; enz.

In de hier besproken gevallen waarin óf s, óf r kleine waarden hebben, dat is waarin de beschouwde boog der geodetische lijn van dezelfde orde is als haar gedeelte tusschen de punten waarvoor de normalen van het oppervlak elkander snijden, nemen niet alleen de formulen voor de hoeken $\gamma-\gamma'$ en $\gamma''-\gamma$ en voor hunne verhouding, maar evenzeer de boven voor het verschil in lengte en voor den pijl van geodetische lijn en normaaldoorsnede in het algemeen opgemaakte formulen, andere vormen aan, van de coëfficiënten k of k' afhankelijk.

Wil men na het voorgaande onderzoek voor een willekeurig oppervlak thans overgaan tot de toepassing daarvan op eenig omwentelingsvlak, dan stelle men dat dit laatste ten opzigte

van de omwentelingsas O Z (Fig. 6) en van het door het punt P gaande meridiaanvlak X O Z gegeven is door eene vergelijking van den vorm $\varrho^2 = x^2 + y^2 = F(z)$. Het komt er dan vooreerst op aan de vergelijking op te maken ten opzigte van de raaklijn en de normaal van den meridiaan in P als assen der X′ en der Z′ en van de raaklijn der parallel aldaar als as der Y′, welke coordinatenassen overeenstemmen met de door WEINGARTEN in het algemeen gebezigde. Daartoe dienen, als $(\varrho_1, 0, z_1)$ het punt P en φ de hellingshoek der normaal is, de formulen

$$x = \varrho_1 - x' \sin\varphi - z' \cos\varphi,\quad y = y',\quad z = z_1 + x' \cos\varphi - z' \sin\varphi,$$

door wier substitutie de nieuwe vergelijking wordt, als men het tweede lid volgens de reeks van TAYLOR ontwikkelt, alle termen met z'^2 en den term in $x'^2 z'$ als van de 4^e orde achterwege laat, en tevens op $\varrho_1{}^2 = F(z_1)$ en op $tg\,\varphi = -$

$$-\frac{d\varrho_1}{dz_1} = -\frac{F'(z_1)}{2\varrho_1} \text{ of } 2\varrho_1 = -F' \cot\varphi \text{ let,}$$

$$F' \cot\varphi\,(x' \sin\varphi + z' \cos\varphi) + (x'^2 \sin^2\varphi + 2x'z' \sin\varphi \cos\varphi) + y'^2 =$$

$$= F'(x' \cos\varphi - z' \sin\varphi) + \frac{1}{2} F''(x'^2 \cos^2\varphi - 2x'z' \sin\varphi\cos\varphi) + \frac{1}{6} F''' x'^3 \cos^3\varphi$$

of

$$\left\{\frac{F'}{\sin\varphi} + (F''+2)x' \sin\varphi\cos\varphi\right\} z' = \frac{1}{2}\left\{(F''+2)\cos^2\varphi - 2\right\}x'^2 - y'^2 + \frac{1}{6} F''' x'^3 \cos^3\varphi.$$

Hieruit z' oplossende door met $\frac{\sin\varphi}{F'}\left\{1 - \frac{(F''+2)x' \sin^2\varphi\cos\varphi}{F'}\right\}$ te vermenigvuldigen, heeft men dus in het geval van een omwentelingsvlak voor de coëfficiënten in de reeds boven door

$$z' = \frac{1}{2}(r_0 x'^2 + t_0 y'^2) + \frac{1}{6}(u_0 x'^3 + 3v_0 x'^2 y' + 3v'_0 x' y'^2 + u'_0 y'^3) + \text{enz.}$$

voorgestelde vergelijking volgens WEINGARTEN de navolgende waarden:

$$r_0 = \frac{\sin\varphi}{F'}\left\{(F''+2)\cos^2\varphi - 2\right\},\qquad t_0 = -\frac{2\sin\varphi}{F'},$$

$$u_0 = \frac{\sin\varphi\cos\varphi}{F'}\left[F'''\cos^2\varphi + \frac{3(F''+2)\sin^2\varphi}{F'}\left\{(F''+2)\cos^2\varphi - 2\right\}\right],\quad v_0 = 0,$$

$$v'_0 = \frac{2(F''+2)\sin^3\varphi\cos\varphi}{F'^2},\qquad u'_0 = 0.$$

Dezelfde waarden zijn ook af te leiden uit formulen die tevens voor de uitrekening geschikter zijn in die gevallen waarin de abscis ϱ van den meridiaan in functie van den hellingshoek φ gegeven of door middel van $\varrho^2 = F(z)$ en $tg\,\varphi = -\frac{d\varrho}{dz}$ gemakkelijk uit te drukken is. Vooreerst toch zijn r_0 en t_0 niets anders dan de hoofdkrommingen van het omwentelingsvlak in P, dat is de omgekeerde waarden van den kromtestraal R_1 van den meridiaan en van de normaal R_2 tot de omwentelingsas, zoodat men heeft $r_0 = \frac{1}{R_1} = \frac{d\varphi}{dx'} = -\frac{\sin\varphi\, d\varphi}{d\varrho}$ en $t_0 = \frac{1}{R_2} = \frac{\cos\varphi^0}{\varrho}$, waaruit nog volgt $r_0\, d\varrho = d\,(t_0\,\varrho)$ of $r_0 - t_0 = \frac{\varrho\, d t_0}{d\varrho}$. Ten andere heeft men $u_0 = \frac{d r_0}{dx'} = r_0 \frac{d r_0}{d\varphi} = \frac{1}{2}\frac{d\,(r_0^2)}{d\varphi}$ en $v'_0 = \frac{d t_0}{dx'} = r_0 \frac{d t_0}{d\varphi}$ of ook $= -\frac{\sin\varphi\, d t_0}{d\varrho} = -\frac{(r_0 - t_0)\sin\varphi}{\varrho} = -(r_0 - t_0)\, t_0\, tg\,\varphi$. En verder moeten in het tegenwoordige geval v_0 en u'_0, als partiële differentiaalquotienten van r_0 en t_0 ten opzigte van y', gelijk nul zijn omdat de hoofdkrommingen r_0 en t_0 bij den overgang van P tot het onmiddellijk volgende punt van den parallelcirkel onveranderd blijven. Wilde men nu van deze waarden gebruik maken om vooreerst de voorgaande waarden voor r_0 en t_0 en daaruit die voor u_0 en v'_0 terug te vinden, dan zou dit hoofdzakelijk slechts nederkomen op de substitutie van $2\varrho = -F' \cot\varphi$ en van $d\varrho = -tg\,\varphi . dz$ of $-F'' \cot\varphi\, dz + F \frac{d\varphi}{\sin^2\varphi} = -2\, tg\,\varphi\, dz$ dat is $F' \cos\varphi\, d\varphi = \sin\varphi\, \{(F'' + 2)\cos^2\varphi - 2\}\, dz$.

Worden vervolgens in het vlak X′ Y′ de coordinatenassen vervangen door de raaklijn P X aan de geodetische lijn en door de daarop loodregte P Y, dan heeft men de reeds vroeger gebruikte formulen $x' = x\cos\alpha - y\sin\alpha$ en $y' = x\sin\alpha + y\cos\alpha$ noodig, waaruit met weglating van de termen in y^2 en in y^3, die buiten invloed blijven op de alleen benoodigde coëfficiënten r, s, u, v, de waarden van x'^2, y'^2, x'^3 en $x' y'^2$ te berekenen en in de gevonden vergelijking van het omwentelingsvlak te substitueren zijn. Op die wijze, of ook door in de vroeger in

het algemeen gevonden formulen (4) te substitueren $v_0 = 0$ en $u'_0 = 0$, verkrijgt men:

$$r = r_0 \cos^2 \alpha + t_0 \sin^2 \alpha, \qquad s = -(r_0 - t_0) \sin \alpha \cos \alpha,$$
$$u = \cos \alpha \, (u_0 \cos^2 \alpha + 3 v'_0 \sin^2 \alpha),$$
$$v = \sin \alpha \left\{ -u_0 \cos^2 \alpha + v'_0 (2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \right\},$$

of ook:

$$r = \frac{\sin \varphi}{F'} \left\{ (F'' + 2) \cos^2 \varphi \cos^2 \alpha - 2 \right\}, s = -\frac{\sin \varphi}{F'} (F'' + 2) \cos^2 \varphi \sin \alpha \cos \alpha,$$

$$u = \frac{\sin \varphi \cos \varphi \cos \alpha}{F'} \Big[F''' \cos^2 \varphi \cos^2 \alpha - \frac{3 (F'' + 2) \sin^2 \varphi}{F'} \Big\{ (F'' + 2) \cos^2 \varphi \cos^2 \alpha - 2 \Big\} \Big],$$

$$v = -\frac{\sin \varphi \cos \varphi \sin \alpha}{F'} \Big[F''' \cos^2 \varphi \cos^2 \alpha - \frac{(F'' + 2) \sin^2 \varphi}{F'} \Big\{ 3 (F'' + 2) \cos^2 \varphi \cos^2 \alpha - 2 \Big\} \Big],$$

waaruit nog volgt:

$$A = -\frac{1}{6} rs = \frac{1}{6} \frac{\sin^2 \varphi}{F'^2} (F'' + 2) \cos^2 \varphi \sin \alpha \cos \alpha \left\{ (F'' + 2) \cos^2 \varphi \cos^2 \alpha - 2 \right\}$$

en

$$B = -\frac{1}{24} rv + 2 su) = \frac{1}{24} \frac{\sin^2 \varphi \cos \varphi \sin \alpha}{F'^2} \Big[F''' \cos^2 \varphi \cos^2 \alpha \Big\{ 3 (F'' + 2) \cos^2 \varphi \cos^2 \alpha - 2 \Big\} - \frac{(F'' + 2) \sin^2 \varphi}{F'} \Big\{ (F'' + 2) \cos^2 \varphi \cos^2 \alpha - 2 \Big\} \Big\{ 9 (F'' + 2) \cos^2 \varphi \cos^2 \alpha - 2 \Big\} \Big].$$

Wat de verhouding der hoeken $\gamma - \gamma'$ en $\gamma'' - \gamma$ betreft, die

de geodetische lijn op het omwentelingsvlak met de beide normaaldoorsneden maakt, zijn weder dezelfde gevallen op te merken die boven voor een willekeurig oppervlak besproken werden. O. a. is daar gebleken dat voor $s = -\frac{1}{2} v x$ de twee normaaldoorsneden zamenvallen. Als dit geval zich op het omwentelingsvlak (altijd in de onderstelling van een kleinen afstand x) voordoet, zal blijkbaar de hoek α slechts weinig van 90^0 afwijken: men kan dan bijv. stellen $\alpha = 90^0 - k \frac{x}{R_2} = 90^0 - k t_0 x$ en dus benaderd $sin\, \alpha = 1$ en $cos\, \alpha = k t_0 x$, zoodat in dat geval

$s = -(r_0 - t_0)\, sin\, \alpha\, cos\, \alpha = -(r_0 - t_0)\, k t_0 x$ en

$v = sin \alpha \{ -u_0 cos^2 \alpha + v'_0 (2 cos^2 \alpha - sin^2 \alpha \} = -v'_0 = (r_0 - t_0) t_0 tg\, \varphi$

is. Deze waarden gesubstitueerd in de voorwaarde $s = -\frac{1}{2} v x$ geven $k = \frac{1}{2} tg\, \varphi$ en dus $\alpha = 90^0 - \frac{x}{2 R_2} tg\, \varphi$. Dat dit werkelijk het azimuth is waarvoor de beide normaaldoorsneden zamenvallen, dat wil zeggen waarvoor de punten P en P_1 op een zelfden parallelcirkel liggen, kan ook regtstreeks blijken door, ditmaal niet langs de geodetische lijn of de gemeenschappelijke normaaldoorsnede, maar langs den parallelcirkel zelf den omhullenden omwentelingskegel aan te leggen. De hoeken tusschen geodetische lijn en parallelcirkel zijn dan op omwentelingsvlak en kegel bij benadering gelijk en blijkens ontwikkeling van den kegel ook gelijk aan den halven hoek van diens beschrijvende lijnen in P en in P_1, dat is gelijk aan het quotient $\frac{x}{2 R_2} tg\, \varphi$ van $\frac{1}{2}$ P P_1 of $\frac{x}{2}$ door de lengte $R_2\, cot\, \varphi$ dezer beschrijvende lijnen. Deze uitkomst bevat tevens als bijzonder geval de boven regtstreeks voor den omwentelingskegel, waarvoor de hoek P T P_1 $= \varepsilon\, sin\, \beta$ is, gevonden formule $\gamma = 90^0 - k \varepsilon = 90^0 - \frac{1}{2} \varepsilon\, sin\, \beta$.

In het hier bedoelde geval der gemeenschappelijke normaaldoorsnede is boven in het algemeen voor haren hoek met de

geodetische lijn gevonden $\mp(\gamma-\gamma') = \pm(\gamma''-\gamma) = \frac{1}{24} r v x^3 +$ enz.; wegens $r = r_0 \cos^2 \alpha + t_0 \sin^2 \alpha = t_0$ en $v = -v'_0 = (r_0 - t_0)\, t_0\, tg\, \varphi$ komt daarvoor dus hier $-\frac{1}{24} t_0 v'_0 x^3$ of $\frac{1}{24}(r_0 - t_0) t_0^2 x^3 tg\varphi$. Uit dezen hoek laten zich, zooals in den aanvang sub 2°. is ontwikkeld, dadelijk het verschil in lengte en de pijl van beide krommen afschrijven: met den hoek $\frac{y_1}{x_1} = -B\, x_1^3$ aldaar kwam toch het verschil $\sigma' - \sigma = \frac{17}{70} B^2\, x_1^7$ en de pijl $\delta = -\frac{5}{16} B\, x_1^4$ overeen; derhalve is hier, wegens $B = \frac{1}{24} t_0 v'_0$, het verschil in lengte $\sigma' - \sigma = \frac{17}{70 \times 24^2} t_0^2\, v'^2_0\, x^7$ en de pijl $\delta = -\frac{5}{384} t_0 v'_0 x^4$.

De hier gebezigde betrekkingen tusschen den hoek, het verschil in lengte en den pijl zijn gevonden door eene berekening waarbij het ééne eindpunt of buigpunt P in de ontwikkeling als oorsprong van coordinaten gold, terwijl het andere eindpunt P_1 evenzeer in een buigpunt was overgegaan. In plaats van op deze wijze zou men in het tegenwoordige geval, waarbij zoowel op het omwentelingsvlak zelf als op het volgens de geodetische lijn $P\,P_1$ omhullend ontwikkelbaar oppervlak het meridiaanvlak van het midden tusschen P en P_1 een vlak van symmetrie is — welke symmetrie trouwens, voor zoover men tusschen de nabijgelegen eindpunten P en P_1 eener gemeenschappelijke normaaldoorsnede van een geheel willekeurig oppervlak blijft, ook zelfs dan, behoudens verschillen van hooger orde, zou blijken te bestaan — de berekening regelmatiger ten opzigte van de raaklijn en de normaal van het midden der ontwikkelde normaaldoorsnede als coordinatenassen kunnen uitvoeren. Op deze assen zou de kromme zijn $y = A' x^2 + B' x^4 +$ enz. of, omdat men voor de wederzijdsche eind- of buigpunten $(\pm x_1\ ,\ y_1)$ moet hebben $\left(\frac{d^2 y}{dx^2}\right)_{x_1} = 2A' + 12 B' x_1^2 = 0$, waaruit $A' = -6 B' x_1^2$ volgt, $y = -6 B' x_1^2 x^2 + B' x^4$. Hieruit komt, nu de ontwikkelde geo-

detische lijn of de koorde $P P_1$ evenwijdig aan de abscissenas loopt, voor $x = x_1$ de pijl $\delta = y_1 = - 5 B' x_1^4$ en de hoek $\left(\frac{dy}{dx}\right)_{x_1} = - 12 B' x_1^2 \cdot x_1 + 4 B' x_1^3 = - 8 B' x_1^3$, welke waarden, doordien de hier gebruikte abscis x_1 de helft is van de vroegere, met de vroegere waarden overeenstemmen zoodra slechts de coëfficiënten B en B′ gelijk genomen worden. En wat aangaat het verschil in lengte, heeft men:

$$\sigma' - \sigma = 2 \int_0^{x_1} dx \sqrt{ \left\{ 1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 \right\} } - 2 x_1 =$$

$$= 2 \int_0^{x_1} dx \sqrt{ \left\{ 1 + 16 B'^2 (- 3 x_1^2 x + x^3)^2 \right\} } - 2 x_1 =$$

$$= 2 \int_0^{x_1} 8 B'^2 (9 x_1^4 x^2 - 6 x_1^2 x^4 + x^6)\, dx =$$

$$= 16 B'^2 \left(3 x_1^7 - \frac{6}{5} x_1^7 + \frac{1}{7} x_1^7\right) = \frac{16 \times 68}{35} B'^2 x_1^7 = \frac{17}{70} B'^2 (2 x_1)^7,$$

mede in overeenstemming met de vroegere formule.

Eindelijk mogen hier nog een paar eenvoudige voorbeelden van omwentelingsvlakken volgen, die trouwens, indien men niet eerst de formulen voor deze oppervlakken in het algemeen had willen ontwikkelen, ieder voor zich beknopter zouden kunnen uitgewerkt worden. Vooreerst de omwentelingskegel. Daarvoor is de hellingshoek φ constant en gelijk aan den halven tophoek β, dus $r_0 = -\frac{\sin\varphi\, d\varphi}{d\varrho} = 0$ en, weder de beschrijvende lijn tot aan den top l noemende, $t_0 = \frac{\cos\varphi}{\varrho} = \frac{\cot\beta}{l}$; verder $u_0 = \frac{dr_0}{dx'} = 0, v'_0 = -(r_0 - t_0) t_0 tg\varphi = \frac{\cot\beta}{l^2}$,

$$A = -\frac{1}{6} rs = -\frac{1}{6} (t_0 \sin^2\alpha)(t_0 \sin\alpha \cos\alpha) = -\frac{1}{6} \frac{\sin^3\alpha \cos\alpha \cot^2\beta}{l^2} \text{ en}$$

$$B = -\frac{1}{24}(rv + 2su) = -\frac{1}{24} t_0 v'_0 \sin^3\alpha \left\{(2\cos^2\alpha - \sin^2\alpha) + 6\cos^2\alpha\right\} =$$

$$= -\frac{1}{24} \frac{\sin^3\alpha\,(8\cos^2\alpha - \sin^2\alpha)\cot^2\beta}{l^3}.$$

Uit formule (2) is bijgevolg:

$$-(\gamma - \gamma') = -\frac{1}{6}\frac{\sin^3\alpha\cos\alpha\cot^2\beta}{l^2}x^2 - \frac{1}{24}\frac{\sin^3\alpha(8\cos^2\alpha - \sin^2\alpha)\cot^2\beta}{l^3}x^3.$$

Vervangt men hierin, overeenkomstig de vroegere notatie, α door γ en substitueert men, zooals uit de ontwikkeling van den kegel blijkt:

$$\frac{x}{l} = \frac{\sin(\varepsilon\sin\beta)}{\sin(\gamma + \varepsilon\sin\beta)} = \frac{\varepsilon\sin\beta}{\sin\gamma + \varepsilon\cos\gamma\sin\beta} = \frac{\varepsilon\sin\beta}{\sin\gamma}\left(1 - \frac{\varepsilon\cos\gamma\sin\beta}{\sin\gamma}\right),$$

dan komt men neder op de vroeger regtstreeks voor den kegel berekende waarde:

$$\gamma - \gamma' = \frac{1}{6}\varepsilon^2\sin\gamma\cos\gamma\cos^2\beta - \frac{1}{24}\varepsilon^3\sin^2\gamma\sin\beta\cos^2\beta.$$

Op dezelfde wijze blijkt dit ten opzigte van den hoek $\gamma'' - \gamma$.

Als tweede voorbeeld neme men de omwentelingsellipsoïde $x^2 + y^2 + \frac{z^2}{1-e^2} = a^2$. Daarvoor bijv. uitgaande van de gemakkelijk in den hellingshoek φ uit te drukken abscis

$$\varrho = \frac{a\cos\varphi}{\sqrt{(1 - e^2\sin^2\varphi)}},$$

heeft men:

$$r_0 = \frac{1}{R_1} = -\frac{\sin\varphi\,d\varphi}{d\varrho} = \frac{(1 - e^2\sin^2\varphi)^{\frac{3}{2}}}{a(1-e^2)},$$

$$t_0 = \frac{1}{R_2} = \frac{\cos\varphi}{\varrho} = \frac{\sqrt{(1 - e^2\sin^2\varphi)}}{a},$$

$$u_0 = \frac{1}{2}\frac{d(r_0^2)}{d\varphi} = -\frac{3\,e^2(1-e^2\sin^2\varphi)^2\sin\varphi\cos\varphi}{a^2(1-e^2)^2},$$

$$v'_0 = r_0\frac{d\,t_0}{d\varphi} = -\frac{e^2(1-e^2\sin^2\varphi)\sin\varphi\cos\varphi}{a^2(1-e^2)},$$

waaruit volgt:

$$r = \frac{(1-e^2+e^2\cos^2\varphi\cos^2\alpha)\sqrt{(1-e^2\sin^2\varphi)}}{a(1-e^2)}$$

(dat is naar behooren de kromming van de geodetische lijn of $\frac{1}{R}$ van JORDAN's *Taschenbuch*, pag. 260, formule (5)),

$$s = -\frac{e^2\cos^2\varphi\sin\alpha\cos\alpha\sqrt{(1-e^2\sin^2\varphi)}}{a(1-e^2)},$$

$$u = -\frac{3e^2(1-e^2\sin^2\varphi)(1-e^2+e^2\cos^2\varphi\cos^2\alpha)\sin\varphi\cos\varphi\cos\alpha}{a^2(1-e^2)^2},$$

$$v = \frac{e^2(1-e^2\sin^2\varphi)(1-e^2+3e^2\cos^2\varphi\cos^2\alpha)\sin\varphi\cos\varphi\sin\alpha}{a^2(1-e^2)^2},$$

en dus:

$$A = -\frac{1}{6}rs = \frac{1}{6}\frac{e^2(1-e^2\sin^2\varphi)(1-e^2+e^2\cos^2\varphi\cos^2\alpha)\cos^2\varphi\sin\alpha\cos\alpha}{a^2(1-e^2)^2}$$

en

$$B = -\frac{1}{24}(rv+2su) = -\frac{1}{24}\frac{e^2(1-e^2\sin^2\varphi)^{\frac{3}{2}}(1-e^2+e^2\cos^2\varphi\cos^2\alpha)}{a^3}\cdot\frac{(1-e^2+9e^2\cos^2\varphi\cos^2\alpha)\sin\varphi\cos\varphi\sin\alpha}{(1-e^2)^3}.$$

Hierdoor zijn dan de hoek $\mp(\gamma-\gamma') = \frac{''}{x} = Ax^2 + Bx^3$, het verschil in lengte $\sigma'-\sigma = \frac{2}{5}A^2x^5 + ABx^6$ en de pijl $\delta = 0.385\,Ax^3 + 0.466\,Bx^4$ gevonden.

Meer in het bijzonder zijn de formulen voor de aardspheroïde, die men ook op zich zelve had kunnen opmaken door reeds dadelijk e^2 klein te onderstellen, in de evengevonden formulen opgesloten. In die onderstelling wordt namelijk bij benadering

$$A = \frac{1}{6}\frac{e^2 \cos^2\varphi \sin\alpha\cos\alpha}{a^2} \text{ en } B = -\frac{1}{24}\frac{e^2 \sin\varphi\cos\varphi\sin\alpha}{a^3},$$

derhalve vooreerst

$$\gamma - \gamma' = \frac{1}{6} e^2 \frac{x^2}{a^2} \cos^2\varphi \sin\alpha\cos\alpha - \frac{1}{24} e^2 \frac{x^3}{a^3} \sin\varphi\cos\varphi\sin\alpha,$$

dat is, behoudens vervanging van de geographische breedte φ door de daarmede volgens $tg\, u = \sqrt{(1-e^2)}\, tg\, \varphi$ zamenhangende herleide breedte u, de formule van BESSEL zooals die door BAEYER vervormd is; ten andere

$$\sigma' - \sigma = \frac{1}{90} e^4 \frac{x^5}{a^4} \cos^4\varphi \sin^2\alpha\cos^2\alpha - \frac{1}{144} e^4 \frac{x^6}{a^5} \sin\varphi\cos^3\varphi\sin^2\alpha\cos\alpha,$$

dat is de formule van BESSEL, ééne orde verder benaderd; terwijl men ten derde ook de vorenstaande waarden van A en B in de formule voor den pijl δ kan substitueren.

Liggen de punten P en P_1 op eene zelfde parallel, dan moet zooals reeds werd opgemerkt deze laatste formule vervangen worden door

$$\delta = -\frac{5}{384} t_0 v'_0 x^4 = \frac{5}{384} \frac{e^2 (1 - e^2 \sin^2\varphi)^{\frac{3}{2}} \sin\varphi\cos\varphi}{a^3 (1-e^2)} x^4$$

of voor de aardspheroïde bij benadering door

$$\delta = \frac{5}{384} e^2 \frac{x^4}{a^3} \sin\varphi\cos\varphi.$$

Deze formule, in deelen van den straal a uitgedrukt en stellende $x = 2y$, onder den vorm $\frac{\delta}{a} = \frac{5}{48} e^2 \frac{y^4}{a^4} \sin 2\varphi$, komt dus in de plaats van de in den aanhef bedoelde van HELMERT, na-

melijk (in secunden) $206265 \frac{e^2}{4} \frac{y^2}{R^2} \sin 2\varphi$, die dan ook wel eene bij den overgang van de spherische tot de spheroïdische onderstelling in acht te nemen correctie in de geographische breedte aangeeft, maar eene correctie waarbij op de spheroïde het onderscheid tusschen de geodetische lijn en de gemeenschappelijke normaaldoorsnede nog buiten rekening is gelaten. De gevonden formule is ook als bijzonder geval opgesloten in de onderste formule van CLARKE op pag. 361, waarin slechts δu of $\frac{QP}{a}$ door $\frac{\delta}{a}$, σ en σ_1 door $\frac{x}{2a}$ en u door φ te vervangen zijn. Op pag. 362 aldaar komt nog de opmerking voor, dat deze pijl δ gelijk is aan $\frac{5}{6}$ gedeelte van den afstand van het midden S″ der gemeenschappelijke normaaldoorsnede PP_1 tot het midden S′ der doorsnede gaande door de koorde PP_1 en door de normaal van haar midden Q. Zij nog R het midden van den parallelboog PP_1, dan geeft men zich voor een willekeurig omwentelingsvlak gemakkelijk rekenschap van de navolgende benaderingsberekening:

$$S''S' = QS''.S''QS' = QR\cos\varphi\left(\frac{RS'}{R_1} - \frac{RS''}{R_2}\right) = QR\cos\varphi . QR\sin\varphi . (r_0 - t_0) =$$

$$= \left\{\frac{\left(\frac{1}{2}x\right)^2}{2\varrho}\right\}^2 \sin\varphi\cos\varphi . (r_0 - t_0) = \frac{1}{64} x^4 \left(\frac{\cos\varphi}{\varrho}\right)^2 tg\,\varphi . (r_0 - t_0) =$$

$$= -\frac{1}{64} t_0 v'_0 x^4 = \frac{6}{5}\delta,$$ waaruit blijkt dat dezelfde opmerking ook voor zulk een oppervlak in het algemeen geldt.

Zooals door BREMIKER in zijne boven aangehaalde *Studien* wordt opgemerkt, zou men in plaats van bij berekeningen op de aardspheroïde gebruik te maken van de geodetische lijn of van eene der beide normaaldoorsneden, ook andere daarmede min of meer zamenhangende lijnen tusschen twee nabijgelegen punten P en P_1 kunnen nemen. Zonder hier in een meer uitvoerig onderzoek te treden naar dergelijke lijnen hetzij op een

willekeurig oppervlak hetzij op de aardspheroïde, kan het eenvoudig voorbeeld van den cilinder dienen om den stand dien zij ten opzigte van elkander innemen aan te toonen. Ziehier eene opgaaf der volledige en der tot in de 3e orde benaderde vergelijkingen in cilinder-coordinaten van sommige lijnen die in dezen zin in aanmerking kunnen komen, waarbij, terwijl in Fig. 2 de constanten r, γ en ε hare beteekenis behouden en $r \cot \gamma = h$ gesteld is, door de veranderlijken ψ en z verstaan worden de uit het aanvangsvlak PQQ_1 gemeten hoek van het meridiaanvlak en de uit het grondvlak PQR gemeten hoogte van eenig punt der lijn:

1°. De geodetische lijn, $z = h\psi$.

2°. De in P normale doorsnede, $z = h \frac{\varepsilon}{\sin \varepsilon} \sin \psi =$

$= h\psi \left\{1 + \frac{1}{6}(\varepsilon^2 - \psi^2)\right\}$.

2'°. De in P_1 normale doorsnede, $z = h \frac{\varepsilon}{\sin\varepsilon} \left\{\sin\varepsilon - \sin(\varepsilon - \psi)\right\} =$

$= h \frac{\varepsilon}{\sin \varepsilon} \cdot 2 \sin \frac{1}{2} \psi \cos (\varepsilon - \frac{1}{2}\psi) = h\psi \left\{1 - \frac{1}{6}(\varepsilon - \psi)(2\varepsilon - \psi)\right\}$.

3°. De projectie van de koorde PP_1 op den cilinder,

$z = h \frac{\varepsilon \sin \psi}{2 \sin \frac{1}{2} \varepsilon \cos (\frac{1}{2} \varepsilon - \psi)} = h\psi \left\{1 + \frac{1}{6}(\varepsilon - \psi)(\varepsilon - 2\psi)\right\}$.

4°. De meetkundige plaats der raakpunten van die raaklijnen aan den cilinder, die de normalen van P en van P_1 snijden,

$z = h \frac{\varepsilon}{\sin \varepsilon} \sin \psi \cos (\varepsilon - \psi) = h\psi \left\{1 - \frac{1}{3}(\varepsilon - \psi)(\varepsilon - 2\psi)\right\}$.

5°. De door de normaal in het midden van PP_1 gaande doorsnede, $z = h \frac{\varepsilon}{2 \sin \frac{1}{2} \varepsilon} \left\{\sin \frac{1}{2} \varepsilon - \sin (\frac{1}{2} \varepsilon - \psi)\right\} =$

$= h \frac{\varepsilon}{\sin \frac{1}{2} \varepsilon} \sin \frac{1}{2} \psi \cos \frac{1}{2}(\varepsilon - \psi) = \psi h \left\{1 - \frac{1}{12}(\varepsilon - \psi)(\varepsilon - 2\psi)\right\}$.

6°. De kromme, waarvoor overal het rakend normaalvlak door P gaat, $\frac{dz}{r\,d\psi} = \frac{z}{r \sin \psi}$, waaruit $z = h \frac{\varepsilon}{tg \frac{1}{2} \varepsilon} tg \frac{1}{2} \psi =$

$= h\psi \left\{1 - \frac{1}{12}(\varepsilon^2 - \psi^2)\right\}$.

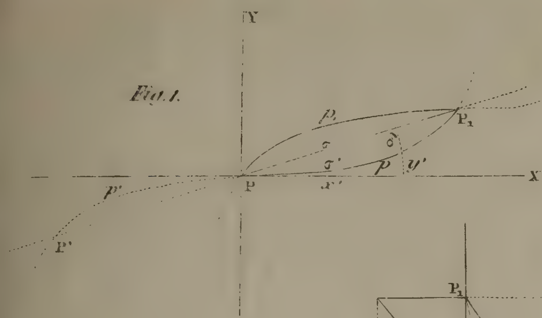
$6'^{o}$. De kromme, waarvoor overal het rakend normaalvlak door P_1 gaat, $\frac{dz}{rd\psi} = \frac{h\,\varepsilon - z}{r \sin(\varepsilon - \psi)}$, waaruit $z = h\,\frac{\varepsilon}{tg\frac{1}{2}\varepsilon}\left\{tg\frac{1}{2}\varepsilon - tg\frac{1}{2}(\varepsilon - \psi)\right\} =$
$= h\frac{\varepsilon}{\sin\frac{1}{2}\varepsilon}\cdot\frac{\sin\frac{1}{2}\psi}{\cos\frac{1}{2}(\varepsilon-\psi)} = h\,\psi\left\{1 + \frac{1}{12}(\varepsilon-\psi)(2\,\varepsilon-\psi)\right\}$; enz.

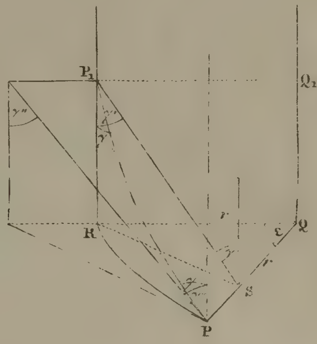
Voor een willekeurig oppervlak zouden nog in aanmerking kunnen komen de beide krommen, die respectievelijk de kromtelijnen van het oppervlak zelf of van het langs de geodetische lijn omhullend ontwikkelbaar oppervlak onder constanten hoek doorsnijden, en welke voor den cilinder met de geodetische lijn zelve zamenvallen. Voor een oppervlak met middelpunt nog de doorsnede met een door dit punt gaand plat vlak.

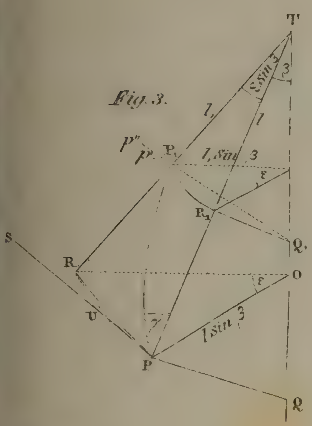
De kromme N°. 3 is dezelfde als de door BREMIKER op pag. 2 voor een willekeurig oppervlak onder de benaming *Feldlinie* aangeduide. Aldaar en vooral in de definitiën op pag. 62 onder en pag. 64 boven is evenwel (zooals ook wordt opgemerkt door B(RUNS) in eene aankondiging in het *Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik*, 2[er] Band, 1869—1870, pag. 836—838) abusievelijk gesteld dat in ieder punt van deze kromme haar rakend normaalvlak door de beide eindpunten P en P_1 gaat; in plaats daarvan leze men: een zeker (in het algemeen niet rakend) normaalvlak. Het is dan ook, zooals blijkt wanneer men zich nader rekenschap geeft van de beteekenis der op deze definitiën gegronde berekeningen van pag. 63—65, slechts schijnbaar dat deze berekeningen de kromme aan de eerstgenoemde voorwaarde laten voldoen. Alleen de bepaling der *Feldlinie* op pag. 65 onder is de juiste. Daarentegen kan men wel verlangen dat het rakend normaalvlak hetzij overal door P of overal door P_1 zal gaan: zoodoende verkrijgt men voor den cilinder de krommen N°s. 6 en 6′.

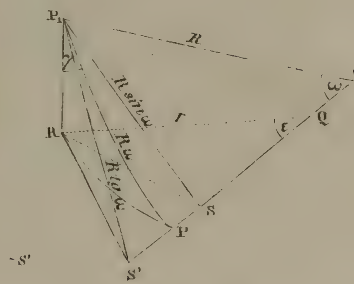
Evenzoo treedt de kromme N^0. 4 in de plaats der door BREMIKER op pag. 4 genoemde, waaraan de onmogelijke eisch wordt gesteld dat overal de raaklijn der kromme zelve de normalen van P en van P_1 moet snijden.

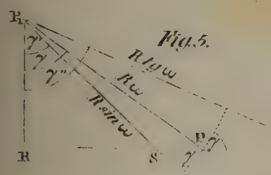
Niet alleen voor den cilinder, maar voor een willekeurig oppervlak, is wijders de kromme N°. 5 dezelfde als die bepaald door de voorwaarde dat haar vlak gelijke hoeken moet maken

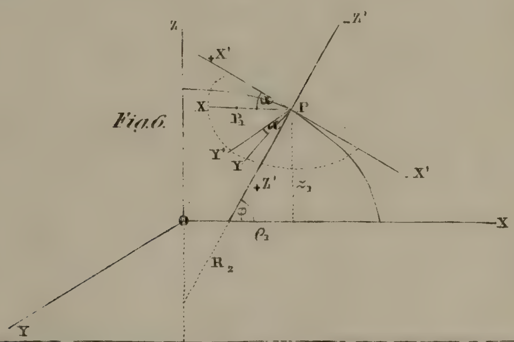












J. C. Zürcher sc.

met de normalen in de nabij elkander gelegen eindpunten P en P_1. Zij is tevens de kortste vlakke kromme op het oppervlak tusschen die twee punten te trekken, waarvan men zich, in den geest van het in het *Journal de Liouville*, Tome XIII, 1848, pag. 79, voorkomende meetkundig bewijs van J. BERTRAND voor de hoofdeigenschap der geodetische lijn, kan overtuigen doordien: 1°. onder alle in de plaats van eene bepaalde vlakke kromme PP_1 te nemen cirkelbogen diegene het meest tot deze kromme toenadert die het gemiddelde der kromtestralen in P en in P_1, dat is den kromtestraal in het midden van PP_1, tot straal heeft; 2°. voor verschillende vlakke krommen PP_1 deze kromtestralen, behoudens verschillen van hooger orde, onderling zamenhangen volgens het theorema van MEUSNIER; 3°. de kortste vlakke kromme PP_1 behoort bij den grootsten kromtestraal, dat is die welke valt langs de normaal door het midden van PP_1. Ook de beschouwing der krommingsellipsoïde voor dit middelpunt kan het gezegde bevestigen.

Delft, October 1875.

ONDERZOEKINGEN

OMTRENT DE

THEORIE DER VLAMMEN.

DOOR

R. A. MEES.

Ondanks de vele fraaie onderzoekingen, waaraan men de vlammen in het algemeen en meer in het bijzonder die der koolwaterstoffen onderworpen heeft, zijn de natuur- en scheikundigen nog altijd verdeeld gebleven omtrent de wijze van verklaring van het licht der laatstgenoemde vlammen. Terwijl men voor de overige vlammen eenstemmig is, om haar licht toe te schrijven aan de gloeiing van stoffen, die zich in den damp- of gasvormigen toestand in de vlam zouden bevinden, bestaat die eenstemmigheid niet ten opzichte van de koolwaterstofvlam. Nam men toch vroeger in navolging van DAVY algemeen aan, dat het sterke lichtgevend vermogen, waardoor deze vlam zich van de meeste andere onderscheidt, en waaraan zij voornamelijk haar praktisch belang voor den mensch ontleent, moest worden toegeschreven aan gloeiende kooldeeltjes, die in *vasten* toestand in haar aanwezig zouden zijn, zoo hebben, vooral na de schoone onderzoekingen van FRANKLAND *) omtrent het licht der waterstof- en kooloxydvlam bij verschillende

*) *Proceedings of the Royal Society* XVI, p. 419, June 11, 1868; *Phil. Mag.* (4) vol. 36, p. 309; *Comptes rendus*, 12 Octobre 1868, t. 67, p, 736; *Ann. d. Chem. u. Pharm.* Suppl. Bd. 6, S. 308.

drukking en dichtheid van het brandende gas, velen en onder hen in de eerste plaats FRANKLAND zelf gemeend de oude DAVY'sche verklaringswijze te moeten opgeven, en ook het licht der koolwaterstofvlammen evenals dat der overige aan gloeiende *gasvormige* deelen te kunnen toeschrijven. FRANKLAND had toch gevonden, dat de waterstof, die onder de gewone omstandigheden met een zoo weinig lichtgevende vlam brandt, bij hare verbranding onder hoogere drukking meer en meer lichtgevend wordt. Onder een drukking van tien atmospheren gaf zij zooveel licht, dat men er op twee voet afstand een courant bij kon lezen. Bij de vlam van kooloxyde werd hetzelfde in nog sterker mate waargenomen. Hij besloot hieruit, dat het lichtgevend vermogen van een vlam, waarin zich de stoffen in gasvorm bevinden, sterk toeneemt met de dichtheid van het gas; en daar hij nu vroeger reeds *) gevonden had, dat ook het lichtgevend vermogen van de koolwaterstofvlam sterk afneemt met de drukking van de atmospheer, waarin zij geplaatst is, meende hij gerechtigd te zijn tot het besluit, dat men ter verklaring van het licht der koolwaterstofvlam geen afzonderlijke hypothese zooals die van DAVY behoeft, maar het lichtgevend vermogen dier vlam kan toeschrijven aan de uitstraling van dichte maar doorschijnende dampen van koolwaterstoffen. Hij werd in die meening versterkt door de opmerking, dat vele vlammen, zooals die van arsenik, van phosphorus, van zwavelkoolstof bij de verbranding dezer stoffen in zuurstof ook zeer sterk lichtgevend zijn, terwijl bij deze onmogelijk de aanwezigheid van vaste stof kan worden aangenomen.

Ook de continuïteit van het spectrum der koolwaterstofvlammen kon niet meer als bewijs voor de aanwezigheid van gloeiende vaste deeltjes worden aangezien, want ook al de genoemde door FRANKLAND onderzochte sterk lichtende vlammen gaven continue spectra.

Toen nu in 1870 KNAPP †) en later ook anderen aantoonden, dat het lichtgevend vermogen van lichtgas kon worden weg-

---

*) *Phil. Trans.* (1861) vol. 151, p. 629.

†) *Journ. f. praktische Chemie, Neue Folge,* Bd. 1, S. 428.

genomen door het vóór de verbranding te vermengen met indifferente gassen als stikstof, koolzuur, zoutzuur, kooloxyde, waterstof of waterdamp, meenden sommigen hierin een nieuwe bevestiging te zien van de FRANKLAND'sche zienswijze, daar zij aannamen, dat ook hier de vermindering van het lichtgevend vermogen aan de verdunning van het lichtgas door de bijmenging van andere gassen moest worden toegeschreven. Ja men ging zelfs zoover van ook de oorzaak der geringe lichtsterkte der Bunsen'sche vlam in de verdunning van het gas door de bijmenging van lucht te zoeken.

Zoo ontwikkelde zich dus allengs naast de hypothese van DAVY een tweede hypothese, die wij die van FRANKLAND kunnen noemen; en tusschen deze beide zijn de natuur- en scheikundigen tegenwoordig verdeeld.

Voor mij is altijd de oude hypothese van DAVY nog de meest waarschijnlijke gebleven. Vooreerst toch meen ik, dat men door haar al de tot nog toe waargenomen verschijnselen even goed, zoo niet beter, kan verklaren dan door die van FRANKLAND. En ten tweede ben ik tot eenige experimenteele uitkomsten gekomen, waaruit ten duidelijkste blijkt, dat de koolwaterstofvlam, wat haar wezen betreft, verschilt van de meeste andere door mij onderzochte vlammen, en die het zeer waarschijnlijk maken, dat in die vlam wezenlijk deeltjes in den vasten toestand voorhanden zijn

Dat de dichtheid van een gas grooten invloed heeft op den aard van het licht, hetgeen dat gas in gloeienden toestand zal uitzenden, en dus ook op den aard van het spectrum, hetwelk dat licht zal opleveren, dat een verandering van die dichtheid behalve den aard ook de sterkte van dat licht zeer zal kunnen wijzigen, is zeker aan FRANKLAND volkomen toe te geven. Maar men moet den invloed van die dichtheid niet te overdreven voorstellen. Het is slechts een der vele factoren, die den aard en de sterkte van het licht zullen bepalen. Reeds H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE *) wees er op bij zijn bespreking

*) *Comptes rendus*, 30 Novembre 1868, t. 67, p. 1089; *Phil. Mag.* (4) vol. 37, p. 111.

der FRANKLAND'sche proeven, dat ook de temperatuur bij die proeven als werkzame factor kan beschouwd worden, want ook deze onderging groote veranderingen; en hij toont aan eenige voorbeelden aan, dat men zeer waarschijnlijk in vele gevallen voornamelijk aan de verhooging der temperatuur het sterker worden van het licht en het meer continu worden van diens spectrum moet toeschrijven.

Ook de dikte van de gaslaag, die de lichtstralen uitzendt kan op de sterkte en den aard van het licht grooten invloed hebben. Vooral bij WÜLLNER in zijn Experimentalphysik *) vindt men den vermoedelijken invloed van elk der drie genoemde factoren, voor zooverre wij op het oogenblik in staat zijn daarover te oordeelen, zeer goed uiteengezet.

Behalve den aard der gloeiende stof en haren aggregaattoestand vonden wij dus reeds drie andere factoren, namelijk de dikte, de dichtheid en de temperatuur der laag, die de stralen uitzendt, welke op aard en sterkte van het licht van grooten invloed kunnen zijn. Doch er zijn er, naar het schijnt, nog andere. Maar alvorens daarover verder te spreken nog een opmerking over FRANKLAND's proeven en de door hem daaruit afgeleide besluiten.

FRANKLAND vindt door zijn proeven, dat de waterstof en het kooloxyde, wanneer hun door drukking een groote dichtheid wordt gegeven, branden met een lichtgevende vlam; hij vindt verder, dat ook het lichtgevend vermogen der koolwaterstofvlam sterk verandert met de drukking, d. i. met de dichtheid van den atmospheer, en hij meent nu ook het sterke licht der laatstgenoemde vlam onder gewone omstandigheden aan de gloeiing van *dichte* zeer hooge koolwaterstoffen in dampvorm te kunnen toeschrijven. Maar hij vergelijkt hier twee gevallen van groote dichtheid, die zeer van elkander verschillen. In de eerste gevallen, waar hij de lichtsterkte zag toenemen met de dichtheid, werd die grootere dichtheid verkregen door een grootere toenadering van de moleculen van het gas tot elkander; bij de kool-

*) A. WÜLLNER, *Lerhbuch der Experimentalphysik*, Bd. II, Dritte Auflage (1875), SS. 244—258.

waterstofvlam onder gewone omstandigheden hebben wij daarentegen, als wij FRANKLAND's hypothese omtrent de constitutie dier vlam aannemen, een groote dichtheid, niet doordat de moleculen daar dichter bij elkander gelegen zijn, maar omdat zij uit een groot aantal atomen bestaan, een zeer complexe structuur hebben. Deze beide gevallen mogen niet met elkander geïdentificeerd worden. En het is niet geoorloofd uit verschijnselen in het eerste geval waargenomen tot het bestaan van soortgelijke verschijnselen in het tweede geval te besluiten.

Moet echter de meerdere of mindere graad van complexiteit der moleculen als een der factoren beschouwd worden die den aard en de sterkte van het licht bepalen? De zoo belangrijke onderzoekingen van J. NORMAN LOCKYER *) maken dit niet onwaarschijnlijk. Door zijn spectroskopische waarnemingen heeft deze toch niet slechts aangetoond, dat het licht door een gas uitgezonden des te meer soorten van kleuren bevat, zijn spectrum dus des te rijker is en des te meer tot een continu spectrum nadert, naarmate de dichtheid grooter is; maar tevens is het door hem zeer waarschijnlijk gemaakt, dat op dezelfde wijze als een grooter worden van de dichtheid ook werkt een meer complex worden van den bouw der moleculen. Het spectrum van het licht der verbindingen staat, dit was reed vroeger bekend, nader bij een volkomen continu spectrum als dat van het licht der metalen; waarschijnlijk omdat de moleculen der eerste minder eenvoudig van bouw zijn, dan die der laatste. Maar ook de moleculen van eenzelfde stof, van een element bijv., schijnen onder verschillende omstandigheden een meer of minder complexe structuur te kunnen bezitten; en nu schijnt het regel te zijn, dat hoe complexer die structuur is, des te meer soorten

---

*) *Researches in Spectrum Analysis in connexion with the Spectrum of the Sun, Proc. of the Roy. Soc.* Dec. 12, 1872, May. 8 and Nov. 27, 1873; *Phil. Mag.* (4) vol 45, p. 147, vol. 46, p. 407, vol. 47, p. 384, vol. 49, p. 326; *Phil. Trans.* (1873) vol. 163, pp. 253 and 639, (1874) vol. 164. pp. 479 and 805. *Spectroscopic Notes, Proc. of the Roy. Soc.* Jun. 11, 1874; *Phil. Mag.* (4) vol. 49, pp. 233 and 320; POGG. *Ann.* Bd. 155, S. 136. De vroegere verhandelingen hetzij van LOCKYER alleen, hetzij van hem in vereeniging met FRANKLAND, waarin voornamelijk de invloed van de dichtheid wordt nagegaan, laat ik onvermeld.

van licht door het gas worden uitgezonden. Dit moet natuurlijk niet zoo worden opgevat, alsof alle complexe moleculen een spectrum zouden geven, dat tot het continue spectrum nadert, want men moet niet vergeten, dat de graad van complexiteit der moleculen slechts één der vele factoren is, die hier werkzaam zijn.

Het is dus niet onwaarschijnlijk, — maar stelliger kunnen wij ons nog niet uitdrukken, daartoe geven ons LOCKYER's waarnemingen niet het recht, — dat het spectrum van het licht der *zeer* hooge koolwaterstoffen wegens de complexe structuur harer moleculen weinig verschillend is van een continu spectrum; en het is daarom ook niet geheel onmogelijk, — want hier kunnen wij ons met nog minder zekerheid uitdrukken, daar LOCKYER's waarnemingen ons hieromtrent weinig leeren, — dat zij reeds bij betrekkelijk niet zeer hooge temperaturen, zooals die in de koolwaterstofvlam voorkomen, licht van groote sterkte zullen uitzenden. Geeft haar licht een continu spectrum, dan zal dat licht zeker weinig gekleurd en vrij wit moeten zijn; of het echter ook een sterk, schitterend licht zal zijn, is een andere zaak en veel minder zeker.

LOCKYER's uitkomsten geven dus wel eenigen steun, hoe zwak en onzeker die ook nog moge zijn, aan FRANKLAND's zienswijze omtrent de koolwaterstofvlam, wanneer men deze ten minst zoo opvat, dat men de groote mate van complexiteit der moleculen van de dampvormige hooge koolwaterstoffen in de vlam als de oorzaak beschouwt van het sterke licht en van de continuïteit van diens spectrum. Zoodanig opgevat heeft zeker FRANKLAND's zienswijze recht van bestaan. Het is tegenwoordig zeker niet meer mogelijk uit de continuïteit van het spectrum met zekerheid tot het voorhanden zijn van stof in den vasten of vloeibaren aggregaat-toestand te besluiten. Wij kennen te veel vlammen met continu spectrum, van welke wij met zekerheid weten, dat de stof er in gas- of dampvorm in aanwezig is. Behalve de vlammen van phosphorus, van arsenik en van zwavelkoolstof in zuurstof, van waterstof en van kooloxyde bij hooge drukking, die bij FRANKLAND vermeld zijn, kunnen daarvoor ook ten bewijze strekken de vlammen van waterstof, van kooloxyde, van ammoniak en waterstof, van zwavelwaterstof en van zwavelkool-

4*

stof in zuurstof, lucht of stikstofoxydule, van waterstof in chloor, van zwavel in lucht, enz., waarvoor DIBBITS *) reeds vroeger heeft aangetoond, dat haar licht een zwak continu spectrum geeft, dat volgens hem waarschijnlijk is toe te schrijven aan het gloeien van waterdamp, zoutzuurdamp, koolzuur of zwaveligzuur. De verdeeling van de licht-intensiteit in deze zwakke continue spectra is echter meestal niet volkomen dezelfde als in het spectrum van een gloeiende vaste stof. Ook de continue spectra, die WÜLLNER †) bij vele gassen verkreeg door middel van de vonk van een inductie-stroom met tusschengevoegde leidsche flesch zijn bewijzen voor het gezegde.

Indien men echter FRANKLAND's hypothese opvat op de wijze als hierboven is aangegeven, een wijze, die zeker veel verschilt van die, waarop het door FRANKLAND zelven geschiedt, wijkt zij daarentegen niet meer zoo zeer veel af van die van DAVY. Het eenige onderscheid is dan dit, dat waar DAVY vaste deeltjes, FRANKLAND dampen van hooge koolwaterstoffen aanneemt. Door beide veronderstellingen kan men, geloof ik, al de tegenwoordig bekende verschijnselen bij de koolwaterstofvlam ongedwongen verklaren, zonder genoodzaakt te zijn daarbij aan betrekkelijk kleine veranderingen van dichtheid op de wijze van FRANKLAND reeds grooten invloed toe te schrijven. Ik wensch dat voor de belangrijkste gevallen aan te toonen. Ik geloof toch, dat dit juist tegenwoordig niet van belang ontbloot is, daar de verschijnselen in den laatsten tijd bij deze vlammen waargenomen bij velen het vertrouwen in de oude theorie eenigszins geschokt hebben, en dit mijns inziens niet gegrond is. Ik zal mij hierbij altijd van de termen der oude DAVY'sche hypothese bedienen, maar deze beschouwingen gelden ook mutatis mutandis bij de andere hypothese, die ik, hoezeer zij ook van de eigenlijke FRANKLAND'sche hypothese moge afwijken, toch in het vervolg met dezen naam zal blijven betitelen. Men heeft daartoe niets anders te doen dan overal in plaats van vaste kooldeeltjes te lezen moleculen van hooge koolwaterstoffen in dampvorm, en in

---

*) *Ueber die Spectra einiger Gase.* POGG. *Ann.* Bd. 122, SS. 497 u. ff.

†) POGG. *Ann.* Bd. 137 u. 144; WÜLLNER. *Experimentalphysik*, Bd. II, S. 256.

plaats van dissociatie der koolwaterstoffen te lezen polymere condensatie der koolwaterstoffen.

Volgens DAVY is het licht der koolwaterstofvlam grootendeels afkomstig van de gloeiende vaste deeltjes, die in de vlam voorhanden zijn. Het lichtgevend vermogen dier vlammen zal dus voornamelijk afhangen van twee zaken, vooreerst van het aantal vaste deeltjes, die zich gelijktijdig op eenzelfde vlakte-uitgebreidheid in de vlam bevinden, en ten tweede van de temperatuur, want hoe hooger deze is, hoe sterker de deeltjes zullen gloeien, hoe meer licht elk hunner zal uitzenden. De vaste kooldeeltjes ontstaan door de dissociatie van de koolwaterstoffen, en zij verdwijnen weder doordat zij zich verbinden met de zuurstof der lucht. Of een koolwaterstofvlam weinig of sterk lichttend zal zijn, hangt dus af van de betrekking tusschen de snelheid waarmede de dissociatie der koolwaterstoffen bij haar intreden in de vlam plaats grijpt, tot die waarmede de gevormde kooldeeltjes zich met de zuurstof verbinden. Alle omstandigheden, die de snelheid van dissociatie sterker doen toenemen of minder sterk doen afnemen dan de snelheid van verbranding, zullen dus het lichtgevend vermogen sterker maken, omdat het aantal deeltjes, die gelijktijdig in de vlam voorhanden zijn, daardoor grooter wordt; terwijl daarentegen elke omstandigheid, die de snelheid van verbinding sterker doet toenemen of minder sterk doet afnemen dan de snelheid van dissociatie, het lichtgevend vermogen der vlam geringer moet maken. Voor beide werkingen is echter een grens. Wordt de snelheid van dissociatie al te groot ten opzichte van de snelheid van verbinding, dan wordt het aantal in een bepaalden tijd ontstaande kooldeeltjes te groot dan dat de zuurstof hen alle kan verbranden, vele kooldeeltjes ontwijken dan onverbrand, de vlam walmt. Wordt daarentegen de snelheid van verbinding zeer groot ten opzichte van de snelheid van dissociatie, dan zullen er bijna geen vaste deeltjes in de vlam aanwezig zijn, omdat de zich vormende deeltjes dan bijna terstond na hun ontstaan verbranden; het lichtgevend vermogen is dan bijna geheel verdwenen, en het nog overgeblevene moet dan aan de gloeiing der gassen worden toegeschreven. Een hoogere temperatuur heeft een dubbelen invloed op de vlam; zij verhoogt het lichtend vermogen, voor-

eerst omdat zij elk deeltje sterker doet gloeien, en ten tweede omdat zij de dissociatie bevordert, en daardoor meer kooldeeltjes gelijktijdig in de vlam zullen zweven.

Passen wij deze beginselen ter verklaring van eenige der belangrijkste verschijnselen toe.

1o. De verandering van het lichtgevend vermogen bij verandering van de drukking van den atmospheer waarin de vlam brandt. Hier zouden wij kunnen volstaan met naar de verklaring van FRANKLAND *) te verwijzen door hem gegeven, toen hij nog in de periode was, dat hij de hypothese van DAVY voor de ware hield, welke verklaring mij zeer voldoende voorkomt. Hij had aangetoond, dat het lichtgevend vermogen der vlam toe- of afneemt, naarmate de drukking van den omringenden atmospheer toe- of afneemt, en dat de grootte van dat toe- of afnemen van lichtgevend vermogen en drukking tusschen zekere grenzen ongeveer juist aan elkander evenredig zijn. Goed lichtgevende vlammen bij de gewone drukking gaan bij hoogere drukkingen, gelijk hij waarnam, spoedig walmen. FRANKLAND toont nu aan, dat het mindere lichtgevend vermogen in een ijleren atmospheer niet moet worden toegeschreven aan een minder volmaakte verbranding; dat verder de verijling of verdichting van den atmospheer ten minste binnen zekere grenzen bijna geen invloed heeft op de temperatuur der vlam, zoodat niet aan een verandering der temperatuur de verandering in lichtgevend vermogen kan worden toegeschreven. Hij meent de verklaring te vinden in de geringere hinderpalen, welke de gasmoleculen bij haar beweging ontmoeten bij kleine dan bij groote dichtheid van den atmospheer. Daardoor zal bij kleine drukking de zuurstof der lucht meer tot het inwendige der vlam kunnen doordringen, en met de zich vormende kooldeeltjes sneller na hun ontstaan zich verbinden; terwijl bij grootere drukking de zuurstof slechts moeielijk het inwendige der vlam kan bereiken, waardoor de kooldeeltjes een langer bestaan hebben vóór hun verbranding tot koolzuur of zelfs onverbrand de vlam kunnen verlaten. Ik geloof, dat deze verklaring van FRANKLAND zoo niet beter dan ten minste even goed is als die, welke hij later

*) *Phil. Trans.* (1861) vol. 151, pp. 648—653.

gegeven heeft, toen hij de hypothese van DAVY met de zijne verwisseld had, en de geringe lichtsterkte der vlam bij kleine drukkingen aan de geringe dichtheid van het brandende gas toeschreef. Onverklaard blijft dan namelijk, waarom het lichtgevend vermogen zoo onvergelijk veel sneller met de drukking verandert bij de koolwaterstofvlam dan bij de vlammen van waterstof en kooloxyde: want zijn proeven toonen aan, dat de koolwaterstofvlam uiterst gevoelig is voor kleine veranderingen der drukking, terwijl hij om een eenigszins sterk licht bij de waterstof en het kooloxyde te verkrijgen de drukking tot tien à veertien atmospheren moet opvoeren.

2o. De Bunsen'sche vlam. Hierover kan ik kort zijn. De groote toevoer van atmospherische zuurstof tot in het binnenste der vlam is hier de hoofdoorzaak van het weinige licht. Daardoor zal toch de snelheid, waarmede de kooldeeltjes zich met de zuurstof verbinden, sterk toenemen; en niettegenstaande door de hoogere temperatuur der vlam ook de snelheid van dissociatie zal toenemen en elk kooldeeltje sterker zal gloeien, behoeft men slechts aan te nemen, dat de snelheid van verbinding veel sterker toeneemt dan de snelheid van dissociatie, zoodat er bijna geen vaste deeltjes gelijktijdig in de vlam voorhanden zijn, om een zeer goede verklaring van het niet-lichten der Bunsen'sche vlam te verkrijgen. Het is verder ook niet onmogelijk, dat het niet-lichten geheel of gedeeltelijk veroorzaakt wordt door hetgeen R. BLOCHMANN aanneeemt, *) dat reeds in het inwendige der vlam een gedeelte van het lichtgas verbrandt, terwijl het overige grootere gedeelte zich daar omzet in waterstof en kooloxyde, gassen welke beide met weinig licht verbranden. Maar die vorming van kooloxyde moge men als uitkomst van het onderzoek der gassen in het inwendige der vlam voor meer of minder waarschijnlijk houden, tot een verklaring van het voorkomen der Bunsen'sche vlam behoeft men haar niet noodzakelijk aan te nemen. Ik wil niet beweren, dat ook de verdunning van het gas door de stikstof der lucht op de hieronder te beschrijven wijze eenigen invloed op de lichtsterkte der vlam

---

*) *Ann. d. Chem. u. Pharm.* Bd. 168, S. 355.

zal hebben, maar ik geloof, dat die invloed der verdunning hier niet hoofdzaak maar bijzaak is.

3°. Het verdwijnen van het lichtgevend vermogen der vlam door bijmenging aan het lichtgas van andere gassen.

Hierover zijn vele proeven genomen door KNAPP, *) BLOCHMANN, †) STEIN, §) SANDOW **) en anderen. Door toevoeging van stikstof, zoutzuur, koolzuur, waterdamp, kooloxyde en waterstof aan het lichtgas verliest dit zijn lichtgevend vermogen. Met BLOCHMANN zou ik dit liefst hierdoor willen verklaren, dat door die bijmenging van geen kooldeeltjes leverende gassen het aantal kooldeeltjes in een bepaald volumen of op een bepaalde vlakte-uitgebreidheid aan het oppervlak der vlam voorhanden veel geringer wordt, en deze daarom door de zuurstof der lucht, die daardoor in overmaat aanwezig is, terstond verbranden.

Door de vier eerstgenoemde gassen zal daarenboven de temperatuur der vlam verlaagd worden, hetgeen een geringere snelheid van dissociatie en een minder sterk gloeien der kooldeeltjes ten gevolge zal hebben. Ook is het niet onmogelijk, dat door de bijmenging van andere gassen bij het lichtgas de snelheid van dissociatie verminderd wordt. Ten minste proeven van BERTHELOT, waarover later, schijnen dit aan te toonen.

4°. Het teruggeven van het lichtgevend vermogen aan het met andere gassen vermengde lichtgas.

F. WIBEL ††) leidde het met koolzuur, stikstof, waterstof of lucht vermengde lichtgas door een platinum buisje en liet het eerst bij zijn uittreden uit dat buisje branden. Hij verkreeg dan een niet-lichtende vlam. Maar toen hij nu de platinum buis verhitte, herkreeg de vlam haar lichtkracht, en hernam zij geheel het voorkomen van een gewone gasvlam; haar spec-

*) l. c.

†) l. c. SS. 338 u. ff. und S. 355.

§) *Journ f. prakt. Chem., Neue Folge*, Bd. 9, S. 180.

**) Volgens WIBEL's mededeeling, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, Jahrg. 8, S. 226.

††) *Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft*, Jahrg. 8, S. 226.

trum was ook weder een helder continu spectrum. Hij vond verder, dat men hetzelfde verkrijgt, wanneer men den mantel van de niet-lichtende vlam van het met koolzuur vermengde lichtgas door middel van een paar Bunsen'sche vlammen verhit.

HEUMANN *) toonde later nog aan, dat men het lichtgas zelf niet behoeft te verhitten, maar dat men de vlam ook lichtend maakt, door het indifferente gas vóór zijn vermenging met het lichtgas sterk te verwarmen; wanneer men er slechts voor zorgt, door bijv. een glazen in plaats van een metalen brander te gebruiken, dat het mengsel zich niet te zeer afkoelt, voordat het de vlam bereikt.

Dit herkrijgen van het lichtgevend vermogen vindt zijn gereede verklaring in de temperatuursverhooging, welke het gasmengsel ondergaat. Daardoor toch wordt de snelheid van dissociatie grooter en het gloeien der kooldeeltjes in de vlam sterker; de vlam moet daardoor lichtend worden.

De proef van WIBEL bij een Bunsen'schen brander met een daaraan bevestigde omgebogen platinum buis herhalende, vond ik dat de vlam, ook wanneer de platinum buis niet verwarmd werd, iets meer lichtend was vooral aan de punt dan wanneer het gas uit een gewone geelkoperen buis uitstroomde. Dit werd waargenomen zoowel wanneer het gas in horizontale als in verticale richting uitstroomde. De lichtsterkte van de punt der vlam bereikte somtijds eerst eenigen tijd na het ontsteken haar maximum-waarde, welke echter in den regel slechts weinig van de aanvankelijke lichtsterkte afweek. Dit moet waarschijnlijk hieraan worden toegeschreven, dat wegens de veel geringere soortelijke warmte en het geringere geleidingsvermogen van platinum dan van koper de mond der platinum buis, door de vlam iets sterker verhit werd dan die der koperen buis, zoodat het gasmengsel reeds in de platinum buis eenigszins hoogere temperatuur verkreeg; en voorts doordat het koper om dezelfde redenen meer warmte aan de vlam onttrok dan het platinum, zoodat de temperatuur der vlam bij de platinum buis iets hooger was dan bij de koperen. Wanneer nu de luchttoevoer verondersteld wordt een zoodanige geweest te

---

*) *Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft*, Jahrg. 8, S. 745.

zijn, dat het lichtend vermogen der vlam maar juist vernietigd was, toen het gas uit de koperen buis uitstroomde, kan de iets hoogere temperatuur van de vlam in het geval van de platinum buis van het iets meer lichtend zijn der vlam rekenschap geven. Werd de platinum buis door sneeuw tot aan den mond afgekoeld, dan verminderde merkbaar de grootte der lichtende punt aan de vlam, maar geheel en al kon ik haar op deze wijze niet doen verdwijnen. Met deze verklaring is volkomen in overeenstemming, dat wanneer het gasmengsel uit een glazen buis uitstroomde, de vlam nog veel meer lichtend was dan bij de platinum buis. Niet alleen aan de punt maar over een groot gedeelte der vlam was deze dan lichtend evenals een gewone gasvlam. Dit moet zeer waarschijnlijk verklaard worden door het geringe geleidingsvermogen van het glas, waardoor de mond der glazen buis zich sterk verhitte en minder warmte aan de vlam onttrok. Het spectrum der vlam bewees voorts, dat het licht der vlam niet aan in de vlam aanwezigen, uit het glas vervluchtigden, gloeienden sodiumdamp kon worden toegeschreven.

Nog moet ik opmerken, dat men bij deze proeven met groote omzichtigheid moet te werk gaan. Wanneer men toch de buis van den Bunsen'schen brander verlengt door geelkoperen buizen van ongeveer een halven à één meter lengte, en het gasmengsel eerst bij het uittreden uit deze lange buis ontsteekt, verkrijgt men ook zonder afzonderlijke verwarming der buis een vlam, die over een groot gedeelte vrij sterk lichtend is. De reden hiervan moet waarschijnlijk niet in temperatuursverandering maar in een wijziging van de verhouding tusschen de hoeveelheden lichtgas en lucht in het brandende gasmengsel gezocht worden. Door toch de uitstroomingsopening door het aanzetten van een lange buis verder te verwijderen van de openingen, waardoor de luchttoevoer plaats heeft, zal de snelheid van strooming van het lichtgas op de plaats dier openingen geringer worden, en daardoor minder lucht door het lichtgas worden medegezogen. Van de vermindering der hoeveelheid lucht in het brandende gasmengsel is de verandering in het voorkomen der vlam het noodzakelijke gevolg.

Om dezen invloed van een wijziging van de samenstelling

van het brandende gasmengsel te ontgaan, gaf ik bij de beschreven waarnemingen de glazen buis dezelfde wijdte en op zijn hoogst dezelfde lengte als de koperen buis des branders, waarvoor ik haar in de plaats stelde; en deed ik de waarneming met de platinum buis, die slechts weinig in lengte verschilde van de koperen buis des branders en ongeveer dezelfde wijdte had als deze, niet alleen toen de eerste buis de verlenging van de tweede vormde, maar ook nadat ik de koperen buis des branders door die van platinum vervangen had.

Van een invloed van een verandering van dichtheid van het brandende gas kan hier wel geen sprake zijn; want indien deze plaats had, bestond zij zeker wegens de temperatuursverhooging in een verijling, en deze zou eerder een af- dan een toenemen der lichtsterkte bewerkt hebben.

De voorgaande waarnemingen bewijzen dus, hoe uiterst gevoelig een Bunsen'sche vlam bij een bepaalde mengings-verhouding van lichtgas en lucht voor temperatuursveranderingen kan zijn; een betrekkelijk geringe verhooging van temperatuur kan het lichtgevend vermogen, ja zelfs het wezen der Bunsen'sche vlam sterk wijzigen.

Werden de openingen onder aan den Bunsen'schen brander gesloten, en was deze van de platinum buis voorzien, dan verkreeg men de gewone gasvlam. Zoolang nu als het platinum niet verhit werd, brandde de vlam rustig zonder walmen voort, maar zoodra werd het platinum niet verhit, of een sterk walmen trad op; weder een bewijs, dat de werking der verhitting eenvoudig bestaat in een vermeerderen van de snelheid van dissociatie.

Ik geloof dat de besproken verschijnselen mijne zienswijze omtrent de koolwaterstofvlam ten sterkste bevestigen, daar slechts door haar een ongedwongen verklaring dier verschijnselen verkregen wordt. In de genoemde verhandeling van HEUMANN vindt men nog een groot aantal merkwaardige feiten beschreven, die betrekking hebben op het al of niet lichten van vlammen en die alle op dezelfde wijze verklaard kunnen worden. Alle bewijzen zij, dat een temperatuursverhooging der vlam de lichtsterkte vergroot, omdat daardoor de snelheid van dissociatie

en het gloeien der gevormde kooldeeltjes vermeerderd wordt, dat een temperatuursverlaging om dezelfde redenen een vermindering der lichtsterkte ten gevolge heeft. Dat een grootere zuurstof-toevoer, of ook in het algemeen alle oorzaken, waardoor de aanraking van het oppervlak der vlam met de zuurstof der omgeving of het binnendringen dier zuurstof in het inwendige der vlam bevorderd worden, een vermindering der lichtsterkte na zich slepen wegens de daardoor vermeerderde snelheid van verbranding der gevormde kooldeeltjes ; tenzij door die sterkere verbranding de temperatuur der vlam zoo zeer toeneemt, dat daardoor én de snelheid van dissociatie én vooral het gloeien der kooldeeltjes een sterkere vermeerdering ondergaan dan de snelheid van verbranding. Voor dit laatste kunnen als voorbeelden dienen de groote lichtsterkte van het met zuurstof vermengde lichtgas en de groote moeite die men heeft, om door zeer sterken zuurstof-toevoer die lichtsterkte te vernietigen, en ook het bij BLOCHMANN vermelde feit, *) dat volgens SILLIMAN en WURTZ het zeer koolstofrijke lichtgas van New-York, hetgeen 2 pCt. lucht bevatte, iets van zijn lichtkracht verloor, wanneer men die bijgemengde lucht er uit verwijderde.

Door de oudere hypothese van DAVY en zoo ook door die van FRANKLAND, als men die opvat op de door mij aangegeven wijze, laten zich dus alle tot nog toe bekende verschijnselen bij koolwaterstofvlammen zeer goed en voldoende verklaren.

Of het nu echter vaste deeltjes zijn of dichte dampen van hooge koolwaterstoffen, wier gloeien het licht dier vlammen bewerkt, blijft nog onbeslist, en is ten minste niet met volkomen zekerheid door de tot hiertoe door mij behandelde verschijnselen uit te maken. Dat men van vaste deeltjes met zekerheid weet, dat zij bij de temperatuur der vlam een sterk licht uitzenden, hetgeen in den spectroskoop een continu spectrum oplevert, terwijl dit van de dampen der hooge koolwaterstoffen nog onzeker is, vooral wat het eerste de groote lichtsterkte betreft, pleit zeker eenigszins voor de zienswijze van DAVY, geeft haar ten minste een iets grootere waarschijnlijkheid dan die van FRANKLAND.

---

*) BLOCHMANN, l. c. S. 355 ; *Journal of Gaslighting*, 1869, p. 762.

Ook de chemische onderzoekingen omtrent de veranderingen die de koolwaterstoffen ondergaan bij hooge temperaturen, schijnen ten gunste van DAVY te getuigen. Volgens BERTHELOT *) vormt zich bij niet zeer hooge temperatuur uit aethylen of olievormend gas en formen of moerasgas door afgifte van waterstof acetylen, terwijl hieruit dan vervolgens hoogere koolwaterstoffen zooals benzin, styrolen, naphtalin, acenaphten, enz. ontstaan. Hiernaar zou men kunnen gelooven, dat FRANKLAND gelijk heeft, en dat er in de vlam dampvormige hooge koolwaterstoffen voorkomen, want zoodanige toch zag BERTHELOT bij verhitting uit de koolwaterstoffen van het lichtgas zich vormen. Maar vooreerst zij opgemerkt, dat BERTHELOT slechts bij betrekkelijk lage temperaturen werkte, en mogen deze ook al gunstig geweest zijn voor de onderlinge verbinding van lagere koolwaterstoffen tot meer gecompliceerde hoogere, dit volstrekt niet bewijst, dat ook bij de hooge temperatuur der vlam ditzelfde het geval zal zijn. Ja ik houd het zelfs voor meer waarschijnlijk, dat de bij de lagere temperatuur bestaande neiging tot verbinding bij de hooge temperatuur, zooals die in het lichtende gedeelte der vlam heerscht, over gaat in een neiging tot dissociatie. En verder vind ik bij BLOCHMANN †) opgeteekend, dat volgens denzelfden BERTHELOT het moerasgas bij verhitting voor een deel vervalt in zijn elementen, terwijl het andere deel wordt omgezet in acetylen. Dat verder dit acetylen, hetgeen zich ook vormt uit het aethylen, wel is waar bij donkere roodgloeihitte door polymere condensatie van meerdere moleculen allengs in hoogere koolwaterstoffen overgaat, maar dat het bij aanwezigheid van koolstof in zijn elementen vervalt, en dat die ontbinding door de aanwezigheid van stikstof, kooloxyde, enz. wel verlangzaamd maar niet verhinderd wordt. §) Moerasgas en aethylen, de voornaamste koolwater-

---

*) *Comptes rendus* t. 66, p. 642; *Ann. d. Chem u. Pharm.*, Supplement-Band VI, S. 247.

†) BLOCHMANN, l. c. S. 356.

§) Op deze waarneming van BERTHELOT had ik het oog boven bij de bespreking van het verdwijnen van het lichtgevend vermogen der gasvlam bij bijmenging van andere gassen.

stoffen van het lichtgas splitsen zich dus, zegt BLOCHMANN, wanneer zij voortdurend aan de warmte zijn blootgesteld in kool en waterstof, want een gedeelte van het moerasgas levert de koolstof, wier voorhanden zijn voor de splitsing van het ontstaande acetylen vereischt wordt. Ook BLOCHMANN zelf *) vond, toen hij lichtgas door een porceleinen buis liet gaan, die verhit was tot een temperatuur onder 1000°, dat een groot gedeelte van de koolwaterstoffen, vooral van de zware, zich splitst in waterstof en kool, die zich tegen de wanden der buis afzet, en in hooge koolwaterstoffen, die bij de temperatuur der buis vluchtig, maar bij de gewone temperatuur vast zijn, en die hoofdzakelijk uit naphtalin bleken te bestaan.

Ik geloof, dat deze onderzoekingen van BERTHELOT en van BLOCHMANN bepaald aantoonen, dat in de vlam kool moet worden afgescheiden, en dat deze kool zeer waarschijnlijk in vasten toestand in de vlam voorkomt. Want ook al moge die kool, zooals FRANKLAND wil en H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE hem toegeeft, niet volkomen waterstofvrij zijn, de hoeveelheid waterstof, die er in voorkomt, is toch zeker te gering, dan dat door haar die kool bij de temperatuur der vlam in dampvorm zou kunnen bestaan.

Reeds uit hetgeen tegenwoordig bekend is omtrent de eigenschappen der verschillende vlammen en omtrent die der koolwaterstoffen bij hooge temperatuur is het voor mij uiterst waarschijnlijk, dat de kool ten minste voor een gedeelte in vasten toestand in de koolwaterstofvlam voorkomt, en dat die vlam daaraan haar groot lichtgevend vermogen te danken heeft. Maar deze waarschijnlijkheid wordt voor mij bijna tot zekerheid door de waarneming van het groote terugkaatsend vermogen voor licht, waardoor de koolwaterstofvlam zich sterk van de overige vlammen onderscheidt. Tot de beschrijving der hierover door mij verrichte waarnemingen ga ik nu over.

In een verhandeling „sur les propriétés optiques de la flamme des corps en combustion et sur la température du soleil" †)

*) *Ann. d. Chem. u. Pharm.* (1874) Bd. 173, SS. 167 u. ff.

†) *Annales de Chim. et de Phys.* (4) t. 30, pp. 319 et suiv.

meent G. A. HIRN, een aanhanger van DAVY's hypothese, dat de kooldeeltjes bij de hooge temperatuur, die zij in de vlam bezitten, geen merkbaar terugkaatsend vermogen voor het zonnelicht meer deelachtig zijn. Maar HIRN zelf moet toegeven, dat zijn waarnemingen niet de nauwkeurigheid bezitten, die noodig zou zijn om zijn besluit volkomen overtuigend te maken. Het berust dan ook meer op theoretische gronden, voornamelijk op het ontbreken van polarisatie bij het licht van een koolwaterstofvlam, waarover later, dan op wezenlijk door hem verrichte waarnemingen. De weinige proeven door HIRN omtrent dit punt verricht hebben mijns inziens niet veel te beteekenen. En over het algemeen kan HIRN's verhandeling, hoe belangrijk zij moge zijn, wat het theoretische gedeelte betreft, in het experimenteele gedeelte wegens de niet zeer groote maat van nauwkeurigheid zijner proeven, dit wordt door HIRN zelven erkend, niet als sterk overtuigend beschouwd worden. Van grooter belang zijn de onderzoekingen van J. L. SORET door dezen naar aanleiding van HIRN's verhandeling bekend gemaakt en ten deele zelfs ondernomen. *) In den aanvang dier onderzoekingen kon SORET de terugkaatsing van het zonnelicht, zelfs als hij dit concentreerde door een lens, slechts waarnemen bij walmende vlammen, en hield, wanneer hij de vlammen schitterender maakte, en zij niet meer walmden, de terugkaatsing schijnbaar geheel op. Maar later bemerkte hij, dat dit laatste slechts schijnbaar plaats greep; want door gebruik te maken van krachtiger middelen van concentratie van het invallende zonnelicht, heeft hij bij de meest schitterende koolwaterstofvlammen duidelijk terugkaatsing kunnen bespeuren. Deze terugkaatsing verschilde slechts in intensiteit van die op de rook boven de vlammen; het teruggekaatste licht was in beide gevallen totaal gepolariseerd in het vlak van de op de vlam invallende stralen, wanneer het beschouwd werd in een richting, die een rechten hoek maakt met diezelfde stralen. Slechts toen hij gebruik maakte van sterk gecarbureerd gas, kon hij, als hij

---

*) *Bibliothèque universelle, Archives des Sciences*, t. 48, pp 231—241 en t. 50, pp. 243—247; *Phil. Mag.* (4) vol. 47, pp. 205—211 en vol. 49, pp. 50—52.

zeer veel zuurstof aan de vlam toevoerde, geen terugkaatsing meer onderscheiden, hetgeen hij behalve door de bezwaren aan de waarneming verbonden meent te kunnen verklaren, ten eerste door het feit, dat, doordat de vlam geheel wit en zelfs blauwachtig wit werd, er geenerlei onderscheid van tint meer was tusschen de deelen, waarop de zonnestralen vallen, en die waarop zij niet vallen, zoodat het spoor van den lichtbundel zich slechts kon vertoonen door een moeielijk waar te nemen verschil in intensiteit; en ten tweede doordat de kooldeeltjes terstond verteerd worden op het oogenblik hunner vorming, en daardoor de terugkaatsende stof betrekkelijk veel ijler wordt. Ik zou deze verklaring van SORET in verband met het voorgaande liefst aldus willen inkleeden. Bij de sterk gecarbureerde en met veel zuurstof-toevoer brandende gasvlam, ziet men niet het teruggekaatste zonnebeeldje, vooreerst wegens het geringe onderscheid in tint tusschen het zonnelicht en het licht der vlam, en ten tweede omdat het licht der vlam sterk in intensiteit is toegenomen ten opzichte van het teruggekaatste licht. De vorming van nieuwe kooldeeltjes, de snelheid van dissociatie der koolwaterstoffen is toch in vergelijking met de gewone gasvlam hier waarschijnlijk in mindere mate toegenomen dan de snelheid waarmede de vrij geworden kooldeeltjes door de zuurstof verbrand worden, zoodat het aantal der kooldeeltjes, die zich gelijktijdig in de vlam bevinden, weinig is toegenomen misschien zelfs is verminderd De hoeveelheid teruggekaatst zonnelicht zal daarom weinig toegenomen, misschien zelfs verminderd zijn, terwijl de eigen licht-intensiteit der vlam vermeerderd is wegens de grootere hitte, waardoor de kooldeeltjes in sterkere gloeiing verkeeren.

SORET komt uit zijn waarnemingen tot het besluit, dat koolstof haar terugkaatsend vermogen bij zeer hooge temperaturen behoudt, en verder, dat ten minste voor de gewone vlam-temperatuur de DAVY'sche theorie waar schijnt te zijn; daar een bundel zonnelicht op volkomen dezelfde wijze door diffusie wordt teruggekaatst en gepolariseerd, of hij valt op een zeer schitterende vlam of op niet-lichtende rook, in welke laatste de aanwezigheid van kooldeeltjes onbetwistbaar is.

Het kwam mij voor, dat het laatste besluit van SORET, dat

zijn waarnemingen de DAVY'sche theorie bevestigen, slechts dan volkomen gewettigd zou zijn, wanneer hij zijn waarnemingen had uitgebreid op vlammen, waarin de stof zeker in gasvormigen toestand zich bevindt, en hij bij deze geen terugkaatsing had gevonden. Het was om deze leemte in SORET's proeven aan te vullen, dat door mij eenige proeven ondernomen werden, die zich allengs meer hebben uitgebreid. Ik begon met SORET's waarnemingen bij koolwaterstofvlammen te herhalen. In den aanvang, toen ik met nog niet zeer sterk concentreerende middelen werkte, gelukte het mij slechts op sommige dier vlammen een duidelijk teruggekaatst zonnebeeldje waar te nemen, maar op de meer schitterende vlammen was het nauwelijks of in het geheel niet te bespeuren. Ik besloot daarom de concentratie van het zonnelicht krachtiger te maken. Het zonnelicht, hetgeen gedurende de waarnemingen altijd zeer sterk was, werd teruggekaatst op een gewonen maar zeer goeden vlakken spiegel, omdat de spiegel van den heliostaat een te smallen lichtbundel leverde, en viel vervolgens op de vlakke zijde van een plan-convexe lens, die bij een dikte in het midden van 41 millimeters een middellijn bezat van 190 millimeters. Deze concentreerde het licht in een brandpunt op den afstand van ongeveer 240 millimeters van het achterste convexe oppervlak der lens verwijderd; en in dit brandpunt werden de te onderzoeken vlammen geplaatst. Nu vertoonden alle door mij gebruikte koolwaterstofvlammen terugkaatsing. De vlam van een lucifer-houtje, die van een stearinekaars, verschillende gasvlammen (vleêrmuis, ronde brander met glazen schoorsteen, Bunsen'sche brander zonder afzonderlijke luchttoevoer d. i. met gesloten lucht-openingen), de vlam van petroleum met glazen schoorsteen, alle gaven zij een zeer duidelijk teruggekaatst, geheel gepolariseerd zonnebeeldje, door contrastwerking van blauwachtige kleur. Zoowel direct als door een blauw glas gezien, een middel dat ook SORET gebruikte, was het zeer duidelijk. Bij de zonder schoorsteen brandende vleêrmuis- en Bunsen'sche vlammen was het wel iets minder duidelijk wegens de groote bewegelijkheid en veranderlijkheid dier vlammen, maar het was toch ook bij deze zeer goed en scherp waar te nemen. Een vreemde indruk maakt het, dat het beeldje het duidelijkst is op de meest lichtgevende deelen

der vlam, op de donkere basis daarentegen geheel verdwijnt, waarschijnlijk omdat daar de koolwaterstoffen nog onontleed en dus gasvormig zijn, terwijl hooger op in het lichtgevende deel der vlam de koolwaterstoffen ontleed zijn, en de vrij geworden kool in vasten toestand verkeert, en daarom het zonnelicht terugkaatst.

Liet men bij den Bunsen'schen brander den luchttoevoer door de openingen onder aan den brander plaats hebben, zoodat waarschijnlijk wegens het terstond bij hunne vorming verdwijnen der vaste kooldeeltjes, de vlam slechts weinig licht meer geeft, dan kaatst zij nergens zonnelicht terug. Laat men den lichtbundel onder door de vlam gaan dan ziet men hem daar, waar hij den mantel van de vlam doorgaat, in het geheel niet; in het binnenste der vlam kan men zijne spoor weder onderscheiden, maar hij heeft daar geheel hetzelfde voorkomen als buiten de vlam. Evenals de lichtbundel daarbuiten zichtbaar is door de stofjes, die in de lucht zweven, eveneens is hij in de vlam zichtbaar door de stofjes, die de onder in den brander toestroomende lucht met zich medevoert. De lichtbundel is dan ook, als hij van terzijde beschouwd wordt, noch in de vlam noch daarbuiten merkbaar gepolariseerd. Dit onderscheid tusschen de koolwaterstofvlam en de in de lucht zwevende stofdeeltjes, dat het door de eerste teruggekaatste licht totaal of ten minste bijna totaal, het door de tweede teruggekaatste licht daarentegen niet merkbaar gepolariseerd is, wanneer de teruggekaatste en invallende stralen een rechten hoek met elkander maken, toont aan, hoe uiterst gering de grootte der kooldeeltjes in de vlam is ten opzichte van de in de lucht zwevende stofdeeltjes. Uit de waarnemingen van TYNDALL op zijn *actinische* nevels is het dan ook reeds bekend, dat slechts bij zeer geringe grootte der terugkaatsende deeltjes het licht totaal gepolariseerd wordt.

Ook de vlam van het mengsel van lucht en lichtgas van een Bunsen'schen brander, welke op de wijze van WIBEL door het mengsel te leiden door een verhitte platinum buis geheel het voorkomen van een gewone gasvlam herkregen had, werd door mij op haar terugkaatsend vermogen onderzocht. Zij week hierin in geenerlei opzicht van de gewone lichtende gasvlammen af, een bewijs te meer, dat de verklaring door mij boven van de waarnemingen van WIBEL gegeven de ware is.

Op de waterstofvlam kon geen merkbare terugkaatsing door mij worden waargenomen; zelfs niet, wanneer zij door lithium-, sodium- of rubidiumdamp zeer sterk gekleurd was, niettegenstaande, wanneer er terugkaatsing was, deze op de sterk gekleurde vlammen door contrast veel gemakkelijker zichtbaar moest zijn dan op de vrij witte koolwaterstofvlammen.

Zwavel en phosphorus in lucht brandende vertoonden evenmin terugkaatsing. Ik liet vervolgens zoowel phosphorus als arsenik in zuurstof branden. Dit kon niet plaats hebben in een met zuurstof gevulde flesch, omdat men dan te veel hinder heeft van de sterke rook, die bijna terstond na het ontsteken de flesch vult. Ik richtte daarom op in de lucht brandende stukjes phosphorus of arsenik een stroom van zuurstof uit een gashouder; de zich daarbij vormende rook moge niet aangenaam zijn voor de longen van den waarnemer, door haar wordt hij echter niet verhinderd de werking van de vlam op het invallende zonnelicht waar te nemen, daar de rook de vlam niet omhult maar boven haar opstijgt. Op de vlammen van geen van beide stoffen kon de minste spoor van terugkaatsing worden waargenomen. Daarentegen gaf de in het zonnelicht sterk lichtende rook boven de vlammen zeer duidelijk het teruggekaatste bijna geheel gepolariseerde zonnebeeldje te zien.

De rook boven een magnesiumvlam kaatste het zonnelicht, zooals te verwachten was, eveneens sterk terug; maar op de vlam zelve meen ik daarvan niets te hebben kunnen bespeuren. De waarneming was hier echter niet zeer zeker, omdat de vlam telkens door veel rook omhuld was, en zich dan telkens natuurlijk het zonnebeeldje weder vertoonde.

Kooloxyde, bereid uit geel bloedloogzout en geconcentreerd zwavelzuur, werd geleid door natronkalk en chloorcalcium, en brandde met een fraaie blauwe vlam. Geenerlei terugkaatsing Evenmin was iets daarvan te ontdekken bij de vlammen van zwavelkoolstof en van gewonen alkohol. Deze stoffen brandden in een platinum schaaltje; want als men den alkohol liet branden uit een gewone alkohollamp met pit, zag men uit de pit telkens rookwolkjes opstijgen, die in het zonnelicht binnen in de vlam sterk schitterden, en waarschijnlijk werden gevormd door mechanisch medegevoerde vaste of vloeibare deeltjes. Ditzelfde

verschijnsel deed zich ook voor bij de met lithium gekleurde vlam. Een met een oplossing van een lithium-zout gedrenkte pit van asbest kleurde de waterstofvlam sterk rood. Nu en dan zag men uit het asbest kleine rookwolkjes uitschieten, die in het zonnelicht sterk schitteren, en dus zeer veel zonnelicht terugkaatsen. Vormt zulk een rookwolkje zich midden in de roodgekleurde waterstofvlam, dan steekt het door zijn schitterend wit licht zeer sterk af tegen de omringende veel mattere kleur der vlam. Het vertoont zich dan als een zeer dun maar vrij hoog wit vlammetje, waarvan het licht geheel en al teruggekaatst zonnelicht blijkt te zijn, want het is volkomen gepolariseerd.

Aan de eene zijde vinden wij dus geen merkbare terugkaatsing daar, waar wij zeker slechts of ten minste hoofdzakelijk met stoffen in den gasvorm te doen hebben, vlam der waterstof al of niet gekleurd door lithium, sodium of rubidium, vlammen van zwavel, phosphorus, arsenik, magnesium, kooloxyde, zwavelkoolstof en gewonen alkohol, Bunsen'sche vlam met luchttoevoer, donkere basis der koolwaterstofvlammen. Aan de andere zijde hebben wij terugkaatsing overal, waar wij zeker met stoffen in den vasten, somtijds misschien ook in den vloeibaren toestand te doen hebben, rook boven de vlammen van koolwaterstoffen, van phosphorus, arsenik en magnesium, rookwolkjes in de lithium- en alkoholvlammen. Volkomen gelijke verschijnselen van terugkaatsing en polarisatie vertoonen verder de koolwaterstofvlammen, ten minste wat haar lichtend gedeelte betreft. Deze sluiten zich geheel aan bij de ruimten, in welke vaste deeltjes in fijn verdeelden toestand gesuspendeerd zijn, onderscheiden zich daarentegen sterk van de ruimten, die slechts stof in gasvorm bevatten. Is het dan niet waarschijnlijk, dat wij in de koolwaterstofvlammen ruimten, waarin zeer kleine vaste kooldeeltjes zwevende zijn, moeten aannemen? Ook al waren er geen andere gronden voor deze zienswijze aan te voeren, ook dan nog zouden de besproken terugkaatsingsverschijnselen haar zeer waarschijnlijk maken; hoeveel te meer nu er zooals wij zagen zoovele andere gronden voor pleiten.

Nog enkele opmerkingen over sommige der reeds onderzochte vlammen. Vooreerst over die van phosphorus en van

arsenik in zuurstof. Deze hebben een sterk lichtgevend vermogen. FRANKLAND plaatst haar dan ook bijna op één lijn met de lichtende koolwaterstofvlammen, en het groote lichtgevend vermogen dezer beide vlammen is voor FRANKLAND een der redenen, waarom hij de DAVY'sche hypothese ook voor de koolwaterstofvlam opgeeft. Wij zien nu echter, dat ook al mogen de vlammen van phosphorus en arsenik in lichtgevend vermogen met de koolwaterstofvlammen overeenkomen, zij toch in haar wezen zeer van deze laatste afwijken. Zij toch kaatsen het zonnelicht niet merkbaar terug, de koolwaterstofvlam doet dit wel. Met FRANKLAND's zienswijze is dit verschil tusschen de genoemde vlammen moeielijk te rijmen: met onze zienswijze is het daarentegen volkomen in overeenstemming. In de arsenik- en phosphorusvlammen hebben wij geen vaste deeltjes, in de koolwaterstofvlam wel, daarom hebben wij bij de eerste geen, bij de laatste wel terugkaatsend vermogen.

Ten tweede een enkel woord over de vlammen van kooloxyde en zwavelkoolstof. Bij beide geenerlei terugkaatsing, terwijl men toch vooral bij de laatste stof de aanwezigheid van kooldeeltjes in de vlam voor niet geheel onwaarschijnlijk zou kunnen houden Men zou toch kunnen meenen, dat de zwavelkoolstof zich in de vlam vóór de verbranding splitste in zwavel en koolstof, evenals de koolwaterstoffen zich splitsen in kool en waterstof. Voor het kooloxyde zou men ook vóór de verbranding een volkomene of gedeeltelijke splitsing kunnen aannemen; hoe onwaarschijnlijk mij dit voor het kooloxyde ook moge voorkomen, het schijnt, dat sommigen dit voor niet onwaarschijnlijk hebben gehouden. Ik kan ten minste geen andere uitlegging geven aan de volgende woorden van H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE: „J'ai démontré que dans l'oxyde de carbone fortement chauffé il y avait dissociation du gaz avec production d'oxygène et d'un charbon jaune, pulvérulent et léger, auquel est due, suivant toute apparence, la teinte bleue de la flamme." *) Uit mijn waarnemingen blijkt echter, dat noch in de vlam der zwavelkoolstof, noch in die van het kooloxyde kooldeeltjes in

*) *Comptes rendus*, t. 67, pp. 1091 et 92, note.

merkbare hoeveelheid voorhanden zijn, een besluit, waartoe ook reeds DIBBITS wegens de spectra dezer vlammen gekomen is. *) Is hierdoor nu ook bewezen, dat de zwavelkoolstof in de vlam vóór de verbranding geen splitsing in koolstof en zwavel ondergaat? Nog niet ten volle; want het zou kunnen wezen, dat het onderscheid tusschen de zwavelkoolstof en de koolwaterstoffen hierin moest gezocht worden, dat de eerste stof bij haar splitsing zuivere koolstof oplevert, terwijl bij de koolwaterstoffen de ontstaande kool misschien nog eenigszins waterstofhoudend is; en nu zou het mogelijk wezen, dat deze waterstofhoudende kool zich iets minder gemakkelijk met de zuurstof verbindt en daardoor iets langer in de vlam als zoodanig blijft voortbestaan dan de zuivere koolstof. Een slechts zeer weinig grootere affiniteit van de zuivere koolstof tot de zuurstof dan van de waterstof bevattende kool zou van het verschil tusschen de zwavelkoolstof- en koolwaterstofvlammen reeds rekenschap kunnen geven. Misschien echter is nog waarschijnlijker het vermoeden door DIBBITS ter aangehaalder plaatse omtrent het verbrandingsproces der zwavelkoolstof geopperd, dat in de vlam eerst de zwavel dezer stof vervangen wordt door zuurstof, zoodat koolzuur ontstaat, en eerst daarna de vrijgeworden zwavel verbrandt tot zwaveligzuur.

Tot nog toe hebben wij geen enkele vlam gevonden behalve de koolwaterstofvlam, die terugkaatsing vertoonde. Zoekende naar vlammen, waarvoor het niet onwaarschijnlijk was, dat bij haar terugkaatsend vermogen zou gevonden worden, viel mijn aandacht op die van de arsenik- en antimoonwaterstof in lucht. Bij deze stoffen hebben wij toch in de vlam een soortgelijke ontleding als bij de koolwaterstoffen; de arsenikwaterstof ontleedt zich in arsenik en waterstof, de antimoonwaterstof in antimonium en waterstof. Op de arsenikwaterstof had ik echter niet veel hoop. Wegens de lage temperatuur, waarbij de arsenik en zijn verbrandingsprodukt het arsenigzuur zich reeds vervluchtigen, FRANKLAND geeft daarvoor de temperaturen aan van 180° en 218°, was het niet waarschijnlijk, dat deze stoffen zich in de

---

*) DIBBITS, l. c. SS. 542 u. 543.

vlam in vasten toestand zouden bevinden. Bij de antimoonwaterstof was dit eerder te verwachten, daar het antimonium een veel hoogere temperatuur ter vervluchtiging behoeft. Mijne verwachting werd door de waarneming volkomen bevestigd.

De arsenik- en antimoonwaterstof werden verkregen door in een toestel met zwavelzuur en zink, waardoor waterstof rijkelijk ontwikkeld werd, vrij groote hoeveelheden te brengen van hetzij arsenigzuur hetzij tartras kalico-stibicus. De arsenikwaterstof werd in sommige gevallen doch niet altijd, voordat zij ontstoken werd, nog geleid door buizen met natronkalk en chloorcalcium, om het gas te zuiveren. Bij de antimoonwaterstof kon deze zuivering natuurlijk niet geschieden, omdat daardoor deze stof ontleed zou worden. Alvorens de arsenik- of antimonium-houdende stof in den toestel te brengen werd altijd de vlam der zich ontwikkelende waterstof op haar terugkaatsend vermogen onderzocht. Eerst wanneer deze geenerlei terugkaatsing vertoonde, werd het arsenigzuur of de braakwijnsteen toegevoegd. Deze voorzorg was zeer noodig; want ook de waterstofvlam vertoonde dikwijls in het inwendige een zwak terugkaatsende kern, en was die aanwezig, dan zag men haar later ook in de arsenikwaterstofvlam. Ontbrak deze echter in de eerste vlam, dan was zij ook niet voorhanden in de laatste; hoe sterk deze ook door arsenik gekleurd mocht zijn, nooit zag men bij haar dan eenige terugkaatsing. Was die zwak terugkaatsende kern voorhanden, dan vertoonde zich de niet ontstoken uitstroomende waterstof of arsenikwaterstof als een nevel, welke zeker door mechanisch medevoerde kleine deeltjes veroorzaakt werd. Deze nevels, die zich echter niet altijd vertoonden, waren moeielijk weg te nemen; door het gas door water te voeren kon ik ze niet doen verdwijnen, wel echter door het te leiden door buisjes met watten gevuld. Dit laatste middel werd daarom altijd aangewend.

Zooals gezegd arsenikwaterstof vertoonde nooit terugkaatsing, antimoonwaterstof daarentegen wel. De vlam dezer laatste stof vertoonde een kern, die het zonnelicht sterk terugkaatste en het daarbij grootendeels zoo niet volkomen op de gewone wijze polariseerde. In het inwendige van de sterk gekleurde vlam zag men dan van de basis gewoonlijk twee zeer schitterende

tegen DAVY's theorie schijnen te spreken. Vooreerst de groote doorschijnendheid der vlam. Het was zeker met het oog op deze groote doorschijnendheid, dat FRANKLAND *) aan de dampvormige koolwaterstoffen, die hij in de vlam veronderstelt, de eigenschap van *doorschijnend* te zijn toekent. Die doorschijnendheid is echter vroeger meestal voor absoluter gehouden dan wezenlijk het geval is. Men meende bijv., dat een platte gasvlam een volkomen even sterk licht uitzendt in de richtingen die in het vlak der vlam gelegen zijn, als in die loodrecht op dat vlak; dat de vlam dus volkomen doorschijnend is voor haar eigen licht. Uit HIRN's proeven †) is echter gebleken, dat dit niet volkomen juist is; een groote zeer platte vlam geeft niet in alle richtingen evenveel licht; het verschil is gewoonlijk niet groot, maar de intensiteit van het licht kan toch somtijds in de verschillende richtingen om een vijfde verschillen. Door een aantal zeer platte petroleumvlammen achter elkander te plaatsen vond HIRN ook bij deze geen volkomen doorschijnendheid. Bij den doorgang van het licht van een dier vlammen door de andere wordt een merkbare vermindering der lichtsterkte waargenomen §). Ook omtrent de schaduwen, die vlammen kunnen werpen, wanneer zij bijv. in sterk zonnelicht geplaatst zijn, zijn door HIRN proeven genomen. Maar de meeste proeven over de doorschijnendheid van vlammen lijden aan een groote bron van onnauwkeurigheid, doordat het licht bij den doorgang door een vlam niet slechts verandert door absorptie in de vlam, maar ook door verstrooiing, welke het ondergaat door breking zoowel in de vlam zelve als in de warme ijle gaslagen, die het lichaam der vlam omgeven. De koolwaterstofvlammen mogen dan al niet volkomen doorschijnend zijn, haar doorschijnendheid is toch zeker groot, zeer veel grooter dan die van de rook boven die vlammen. Dit is dan ook niet zoo vreemd, en laat zich verklaren of door, even-

---

*) Zie boven, bladzijde 47.

†) HIRN, l. c. p. 327.

§) Dat de vlam niet volkomen doorschijnend is, maar een zeer merkbaar absorberend vermogen bezit, blijkt ook uit de waarnemingen van ALLARD, *Comptes rendus*, T. 81, p. 1096, 6 Décembre 1875, waarmede ik eerst onder het afdrukken in kennis kwam.

als SORET om andere redenen doet, aan te nemen, dat het voorkomen van gloeiende vaste kooldeeltjes in een vlam beperkt is tot een uiterst dunnen mantel, die de vlam omhult, of door te veronderstellen, dat de ruimte door de kooldeeltjes ingenomen, waarvan men uit de volkomen polarisatie van het door hen teruggekaatste licht weet, dat zij een uiterst geringe grootte bezitten, zeer klein zijn ten opzichte van de ruimten, die de kooldeeltjes van elkander scheiden Ter verklaring der groote doorschijnendheid komt het mij daarom geheel onnoodig voor, met HIRN aan te nemen, dat de kooldeeltjes bij hooge temperaturen hun absorbeerend vermogen geheel zouden verliezen, een veronderstelling, die, zooals SORET terecht opmerkt, ook hierom weinig waarschijnlijk is, omdat zij in strijd zou zijn met het beginsel van de evenredigheid van het absorbeerend en uitstralend vermogen der stoffen.

Wat ten laatste het volkomen ontbreken van polarisatie bij het licht der vlam betreft, dit is volstrekt niet, zooals HIRN meent, met een voorhanden zijn van terugkaatsend vermogen bij de kooldeeltjes in de vlam in strijd. De kooldeeltjes gelegen op een kleine vlakte-uitgebreidheid van het oppervlak der vlam kaatsen wel is waar licht terug van andere kooldeeltjes, maar die zijn in allerlei richtingen om de terugkaatsende deeltjes gelegen. Dat licht had dus vóór de terugkaatsing allerlei richtingen, en er is daarom geen reden, waarom het na de terugkaatsing eerder in het eene dan in het andere vlak zou gepolariseerd zijn. Het ontbreken van terugkaatsend vermogen wordt dus volstrekt niet gevorderd ter verklaring van het ontbreken van polarisatie bij het licht der vlam; het wezenlijk bestaan van dat terugkaatsend vermogen kan dan ook na de proeven van SORET en van mij niet meer betwijfeld worden.

BIJDRAGEN OP HET GEBIED DER MYCOLOGIE.

DOOR

C. A. J. A. OUDEMANS.

I.

OVER DEN AARD EN DE BETEEKENIS VAN HET PYRENOMYCETEN-GESLACHT ASCOSPORA.

De omstandigheid, dat, ten gevolge der onderzoekingen van TULASNE en DE BARY, vele fungi, die men vroeger voor zelfstandige soorten hield, gebleken zijn in den ontwikkelingsketen van hoogere vormen te huis te behooren, is oorzaak geweest, dat men er zich in de latere jaren vooral op toegelegd heeft, de ontdekkingen dier uitstekende onderzoekers aan te vullen en uit te breiden, en, op hun voetspoor, hetzij op grond van nieuwe proeven, of wel door steun te zoeken bij de analogie, het Systema Mycologicum te zuiveren, en bijeen te brengen en onder één hoofd te verzamelen, wat gebleken was als zelfstandig wezen geen recht van bestaan te hebben.

Het kan niemand ontgaan zijn, dat onze kennis op mycologisch gebied, door dat streven, aanzienlijk werd uitgebreid, al is het ook, dat later eene scheiding tusschen kaf en koorn dringend gevorderd zal worden; maar even min is het twijfelachtig, dat de aandrang, door velen gevoeld om mede te werken ter bereiking van het groote doel, waarheen door TULASNE en DE BARY de weg was gewezen, weldra een niet onaanzienlijk getal fungi, wier bouw hen tot lagere vormen stempelde, zonder dat het nogtans gelukte hunne verwantschap tot hoogere vormen vast te stellen, op zijde schuiven en voorloopig als orga-

nismen deed beschouwen, die men wel niet wenschte te verstooten, maar aan de studie van wier levensgeschiedenis het toch raadzaam scheen, niet te veel tijd ten offer te brengen.

Zoo kwam men er zelfs toe, eene groote serie van *Fungi perfecti* — fungi dus, van welke men onderstelde, de geheimen van hun ontstaan, hunne leefwijze, hunne geslachts- en vormwisseling te kennen of ten naaste bij te kennen — tegen eene andere van *Fungi imperfecti* over te stellen, en werden in deze laatste alle vormen bijeengebracht, van welker samenhang met hoogere vormen tot hiertoe niet was gebleken.

De veronachtzaming nu dezer *Fungi imperfecti* was oorzaak, dat ik meende, geen onnut werk te doen, zoo ik mij op hun terrein eenige meerdere kennis zocht te verschaffen. Anatomisch was er in elk geval nog niet veel van meêgedeeld, en onmogelijk was het niet, althans van sommigen te weten te komen, waarom alle pogingen om ze met andere vormen in verband te brengen, tot hiertoe met geen gunstigen uitslag bekroond waren geworden, of, zoo zij slaagden, hoe het kwam, dat de meeningen omtrent zulk eene verwantschap bij verschillende auteurs soms zeer ver uit elkander liepen.

Eene eerste proeve van studie over deze fungi imperfecti lever ik thans in de volgende bladzijden. Zij zijn gewijd aan het geslacht *Ascospora*, en zullen, zoo ik hoop, in den doolhof van denkbeelden daaromtrent eenig licht ontsteken en tot de erkenning voeren, dat mijne poging geene vruchtelooze geweest is.

Het Pyrenomyceten-geslacht *Ascospora* vinden wij het eerst vermeld bij FRIES, in het 1[e] deel van zijn *Systema Orbis vegetabilis*, onder den afzonderlijken titel van „*Plantae Homonemeae*" in 1825 in het licht verschenen. Op blz. 112 van dit werk, worden de volgende kenmerken aan dat geslacht toegeschreven: „Perithecia innata, ostiolo simplici. Nucleus granuloso-gelatinosus, primo farctus ascellis (thecis Auct.) oblongis globosisve, demum diffluens subcirrhose expulsus. Innatae."

Verder gaat de S. aldus voort: „Multae Sphaeriae epiphyllae

huc spectant. *A. Aegopodii* (Sphaeria P.) pro typo habeo. Omnes in foliis vel ramulis vivis nasci, sed in emarcidis demum fructificare videntur. Transeunt ad Cytisporeos, et fructificatione longe imperfectiore a praecedentibus admodum distant."

Door het gebruiken van het woord „ascelli"; het niet gewag maken van „sporen", en de omstandigheid, dat geene afbeeldingen aan het *Syst. Orb. veget.* werden toegevoegd, stelde FRIES zich bloot aan het gevaar, dat zijne bedoeling niet recht begrepen zou kunnen worden — een geval, dat, zooals wij zien zullen, al zeer spoedig plaats had.

De tijdorde volgend, wenden wij ons thans tot CHEVALIER's *Flore générale des environs de Paris,* in 1826, en SPRENGEL's *Systema Vegetabilium* (de 16e uitgaaf van het systeem van LINNAEUS), in 1827 in het licht verschenen. Van het geslacht *Ascospora* wordt echter in beide werken, niettegenstaande zij ook de Cryptogamen omvatten, geen gewag gemaakt, zeer waarschijnlijk, omdat FRIES, in zijn *Systema Orb. veget.,* zich wel met het nauwkeuriger omschrijven van de geslachten der Fungi, maar niet met de opsomming hunner soorten had bezig gehouden.

Ook de *Scottish Cryptogamic Flora* van GREVILLE, waarvan het 6e en laatste deel in 1828; DUBY's *Botanicon gallicum,* dat in 1830, en WALLROTH's *Flora Cryptogamica Germaniae,* die in 1833 het licht zag, leverden geene enkele *Ascospora.* In al deze en de beide vroeger genoemde werken, vinden wij de *Ascospora Aegopodii* en *Asc. carpinea* van het *Syst. Orb. veget.* nog steeds onder de oudere namen van *Sphaeria Aegopodii* P. en *Sphaeria carpinea* FR. vermeld.

Eerst in 1836 werd door ENDLICHER, in zijne *Genera Plantarum,* blz. 32, het nieuwe geslacht, dat nu reeds 11 jaar onopgemerkt was gebleven, aan de vergetelheid ontrukt. Opmerking echter verdient het, dat die auteur zich daarbij een paar vrijheden veroorloofde, welke beter waren achterwege gebleven, en die hierin bestonden, dat hij 1°. den naam *Ascospora* veranderde in dien van Ascosphora *), en 2°. voor het woord

*) Allervreemdst mag het heeten, dat ENDLICHER aan den voet zijner diagnose, in de met kleine letters gedrukte zinsnede, het doet voorkomen, alsof FRIES, van

„ascelli" kortweg „asci," en voor „globosis," zonder eenige toelichting, „subglobosis" in de plaats stelde. De juiste meening van FRIES werd door deze veranderingen zeer zeker niet beter toegelicht. Het woord „ascelli" moest zonder twijfel te kennen geven, dat de Zweedsche mycoloog het nog niet met zich zelven eens was, of de twijfelachtige organen, door hem waargenomen, met sporen, dan wel met sporeblazen (asci) gelijkgesteld moesten worden, en het mocht dus wel gevaarlijk heeten, den knoop, zonder eenige toelichting, van zelfstandig onderzoek getuigend, door te hakken, en nog daarenboven eene, zij het ook niet zooveel beteekenende, wijziging te brengen in een term, op den vorm dier organen betrekkelijk.

Gelukkig echter werd de oorspronkelijke naam van *Ascospora* door CORDA, in diens *Anleitung zum Studium der Mycologie* (a°. 1842, p. 126) en *Icones Fungorum*, V (a°. 1842, p. 30) niet alleen hersteld, maar de oorspronkelijke diagnose daarenboven weder zuiver overgenomen. Juist in tegenstelling met ENDLICHER, waagde die auteur echter de onderstelling, dat de „ascelli" van FRIES wel niet anders als „sporen" konden beteekenen, er bij voegende, dat eene en dezelfde soort van *Ascospora* (FRIES maakte enkel van *Asc. Aegopodii* gewag) zeker ook wel slechts één vorm van sporen hebben zou — eene opmerking, blijkbaar tegen de woorden „oblongis globosisve" gericht. Uit een der werken van MONTAGNE putte CORDA de mededeeling, dat deze auteur zich niet ontzien had, van eene soort van *Ascospora* met „asci" en „sporen" te spreken, en was hij van oordeel, dat deze aldaar niet op hare plaats was, maar naar het geslacht *Dothidea* verhuizen moest.

Uit het bovenstaande blijkt, dat het den mycologen, zelfs tot het jaar 1842, nog niet duidelijk geworden was, welke fungi eigenlijk als *Ascospora's* beschouwd moesten worden.

---

wiens werk zelfs de pagina wordt aangehaald, het nieuwe geslacht *Ascophora* genoemd zou hebben. En aan deze verkeerde opvatting is het waarschijnlijk te danken, dat ENDLICHER aan dien naam eene *s* toevoegde, om zoo doende verwarring te voorkomen, daar de naam *Ascophora* vroeger reeds aan een ander geslacht was gegeven.

En geen wonder! De oorspronkelijke diagnose was ontegenzeggelijk in duistere bewoordingen gesteld geweest, en hare toepassing op bepaalde vormen, door het noemen van slechts één — en daarbij, zooals later blijken zal, ongelukkig gekozen — voorbeeld, zeer bemoeilijkt geworden. Ook in RABENHORST's *Kryptogamen-Flora*, in 1844 in 't licht verschenen, wordt vruchteloos naar *Ascospora* gezocht. De twee soorten, die hij er onder had kunnen rangschikken, vindt men er, op blz. 580, als *Sphaeria brunneola* en *Sph. Aegopodii* beschreven. *)

Men zou verwacht mogen hebben, dat FRIES, wien zeker de velerlei uit elkander loopende opvattingen zijner diagnostieke zinsnede niet onbekend waren gebleven, de gelegenheid, hem in 1849, bij het in 't licht geven zijner *Summa Vegetabilium Scandinaviae*, verschaft om allen twijfel aangaande zijne bedoeling op te heffen, gretig zou hebben aangegrepen, en dat wij in dit werk, waarin het systeem der Fungi, in zijn geheelen omvang ten tweeden male zou worden voorgedragen, den sleutel van het in 1825 opgegeven raadsel zouden kunnen vinden. En toch wacht ons hier eene nieuwe teleurstelling: welke, zal uit de volgende regels blijken.

Op blz. 425 der *Summa Veg. Scand.* vinden wij allereerst eene gewijzigde diagnose van het geslacht *Ascospora* in de volgende bewoordingen vervat: "Perithecia globosa, subinnata e macula (in typicis crustosa) prominula. Sporidia rotundato-ovalia vel oblonga, obtusa, contigua, granulis farctae." [farcta?]. Vergelijken wij deze met die van het jaar 1825, dan springt het terstond in het oog, dat het woord "ascelli" door "sporidia" vervangen is, en zouden wij kunnen meenen, thans met geene mogelijkheid meer te kunnen dwalen. Ongelukkig echter wordt nu de inhoud dier "sporidia" nader omschreven; medegedeeld, dat hij uit allerfijnste korrels bestaat, en, tot overmaat van ramp — en dat nog wel ter verduidelijking van den bouw der als type vooropgestelde *Ascospora Aegopodii* — naar eene afbeelding verwezen, welker verklaring in lijnrechten strijd is met de diagnose in de *Summa Veg. Sc.* Men vindt

*) Eenige uitheemsche soorten van *Ascospora*, door LÉVEILLÉ beschreven in de Ann. d. Sc. nat. van 1846 (V, p. 276) gaan wij voorbij, omdat het niet duidelijk is, welke fungi hij daarmede bedoeld kan hebben.

die afbeelding (Pl. I, fig. 1) in het tweede stuk der *Mycologische Hefte* van SCHMIDT en KUNZE (Leipzig, 1823) en de daarbij behoorende verklaring op bl. 27 van hetzelfde stuk. En hoe luidt nu de laatste? Aldus: „Fig. 1 *Sphaeria Aegopodii* PERS. mässig vergrössert, ganz und senkrecht durchschnitten. a, die stark vergrösserten Schläuche und noch stärker vergrösserten Sporen."

Wel ziet men in, dat de „sporidia" van FRIES met de „Schläuche" (= Asci) van SCHMIDT, en zijne „granuli" met SCHMIDT's „sporen" overeenstemmen, maar zulks neemt niet weg, dat de ongelukkige vastkoppeling der gewijzigde diagnose in de *Summa V. Sc.* aan eene 23 jaar oudere afbeelding, in welker verklaring de termen, die reden tot twijfel gegeven hadden, werden teruggevonden, opnieuw moest leiden tot uiteenloopende opvattingen, en dat de beoefenaren der Mycologie, ook na het in 't licht verschijnen van FRIE's jongsten arbeid, niet gevrijwaard werden, onder den titel van *Ascospora* vormen bijeen te brengen, welker verwantschap geenszins boven alle bedenking verheven zoude zijn.

De vraag: heeft *Ascospora* asci of niet, bleef dus na 1849 nog steeds aan de orde. Het bestaan dier organen bij dit geslacht, was door FRIES in zijne nieuwste diagnose niet bepaald ontkend, en de verwijzing naar SCHMIDT's afbeelding, zonder eenige terechtwijzing hoegenaamd, deed vermoeden, dat men er toch mede zoude hebben te rekenen.

Daar er onder mijne lezers zouden kunnen wezen, die meenden, dat het tamelijk onverschillig te achten ware, welke naam aan de twijfelachtige organen van *Ascospora* gegeven werd, indien men het slechts eens was omtrent den anatomischen bouw, waardoor dit geslacht zich kenmerkt, zoo behoor ik in het licht te stellen, dat hun gevoelen slechts dan ondersteuning verdienen zou, indien men van de onderstelling mocht uitgaan, dat de door FRIES als geslachtstype beschouwde *Ascospora Aegopodii* eene bekende plant was. Maar wij bevinden ons hier juist in het tegenovergestelde geval: die *Ascospora* moest gezocht worden. En nu behoef ik er wel niet op te wijzen, dat het, bij het doen van mycologische nasporingen, gansch niet onverschillig is te weten, of men op de aanwezigheid van asci heeft te letten, ja dan neen.

Wel zou men zich mogen verwonderen over de wijfeling, bij FRIES in het al of niet toekennen van asci aan het geslacht *Ascospora* op te merken, en de vraag kunnen opperen, of het dan zoo moeilijk is, een ascus van eene spore te onderscheiden. Hierop echter zou dit antwoord te geven zijn: in gewone gevallen zeer zeker niet; maar bij *Ascospora* heeft men met buitengewone organen te doen; organen, te groot en te weinig standvastig in vorm om terstond als sporen; te klein, te ongewoon in uiterlijk en te fijn-korrelig van inhoud, om terstond als asci beschouwd te worden. Hier is eenige speling overgelaten aan de fantazie.

Daar echter de bedoelde organen veel meer op de sporen dan op de asci van andere Pyrenomyceten gelijken, zoo is het duidelijk, dat men, bij een onderzoek naar de laatsten, veel minder kans van slagen zou hebben dan bij een onderzoek naar de eersten; waaruit weder voortvloeit, dat het noemen op de eene, en het verzwijgen op de andere plaats van den naam van asci, of het met elkander in verband brengen van eene diagnose, waarin dat woord niet, en eene afbeelding, in welker verklaring het wel gevonden wordt, tot niets anders als begripsverwarring aanleiding moest geven.

Ik moet hier nog bijvoegen, dat de twijfel omtrent hetgeen men voortaan, op het gebied der fungi, tot *Ascospora* zou te brengen hebben, vermeerderd werd door drie omstandigheden, nl.: 1°. dat FRIES als type van zijn nieuw geslacht eene plant had aangewezen, door PERSOON, volgens hem, *Sphaeria Aegopodii* geheeten; eene plant dus, bij welke men, met eenig recht, de aanwezigheid van normaal gevormde asci onderstellen kon; 2°. dat de bladen van *Aegopodium Podagraria*, die tot voedsters verstrekken aan *Ascospora Aegopodii* FR., nog twee andere Pyrenomyceten kunnen voortbrengen: *Septoria Aegopodii* DESM. en *Dothidea* (= Phyllachora) *Podagrariae* FR., waarvan de eerste door FRIES niet gekend *) en ook in geen

*) Dat FRIES de *Septoria Aegopodii* in 1846 niet kende, blijkt daaruit, dat H. HOFFMANN in het 4e, in 1865 in 't licht verschenen stuk zijner *Tabulae Analyticae Fungorum*, dien fungus als eene „nova species" beschouwde, waaraan FRIES, kort te voren, den naam van *Septoria Aegopodii* gegeven had. DESMAZIÈRES had zulks echter reeds gedaan in 1833.

zijner mycologische werken genoemd, geene; de laatste, onder gunstige omstandigheden, goed gevormde asci zou kunnen voortbrengen; eindelijk 3o., dat PERSOON, blijkens de door mij in 's Rijks Herbarium te Leiden onderzochte en tot zijne aldaar berustende mycologische nalatenschap behoorende en eigenhandig betitelde exemplaren van *Sphaeria Aegopodii*, onder dien naam geenszins de *Ascospora* van FRIES, maar wel degelijk de *Septoria* van DESMAZIÈRES verstaan heeft.

Een ieder dus, die naar de *Ascospora* zocht, liep gevaar, daarvoor eene der beide andere planten te houden, zooals o. a. gebeurde met DESMAZIÈRES (*Plantes Cryptogames de France*, 1e Série, 1e Ed. n°. 616; 2e Ed. n°. 143) en CASPARY (RABENHORST *Herb. Myc.* Ed. II, n°. 551), eene vergissing, des te gemakkelijker te begaan, daar ook *Septoria Aegopodii*, welke men op de aangehaalde nummers aantreft, organen in hare perithecia voortbrengt, waarvan het twijfelachtig kan schijnen, of zij tot de asci of tot de sporen behooren.

Vervolgen wij thans de geschiedenis van *Ascospora* om te doen uitkomen, dat, ook na het in 't licht verschijnen van de *Summa Veget. Scand.*, de ware aard van dit geslacht niet begrepen was geworden, zoo hebben wij allereerst stil te staan bij eene bijdrage van MONTAGNE in de *Ann. des Sciences nat.* 3e S., XI, p. 46 en 47 (a°. 1849), getiteld: *Sixième Centurie de plantes cellulaires nouvelles, tant indigènes qu'exotiques.* Aldaar lezen wij, dat de S. het geslacht *Septoria* in drie ondergeslachten verdeelt, te weten: *Euseptoria*, *Ascospora* FR. en *Rhabdospora*, en dat aan *Ascospora* de volgende kenmerken eigen zijn: „Spores cylindriques ou oblongues, le plus souvent droites, contenant manifestement une série de sporules globuleuses qui persistent dans un tube ascomorphe." Als voorbeelden ter opheldering, noemt de S. *Ascospora acerina* LÉV. en *Septoria Oleae* DUR. et MONT.

Het is, ook zonder deze voorbeelden te onderzoeken, niet moeilijk aan te toonen, dat MONTAGNE zich van het geslacht *Ascospora* geene juiste voorstelling gemaakt had. Daargelaten toch, dat FRIES enkel spreekt van „sporidia rotundato-ovalia vel oblonga," terwijl MONTAGNE er nog het woord „cylindriques" bijvoegde; daargelaten dat FRIES, geene rolronde (d. i

staafvormige) sporen in zijne diagnose hebbende toegelaten, ook moeilijk van rechte en kromme sporen spreken kon, terwijl MONTAGNE door de woorden: „le plus souvent droites," stilzwijgend erkende, soms ook gebogen *Ascospora*-sporen te hebben aangetroffen — vinden wij den inhoud der sporen bij beide auteurs geheel verschillend beschreven. Terwijl FRIES gewaagt van „sporidia granulis farcta," spreekt MONTAGNE van „spores . . . . contenant manifestement une série de sporules globuleuses" er nog bijvoegende, dat deze „persistent dans un tube ascomorphe."

Uit het bovenstaande blijkt duidelijk, dat de *Ascospora's* van MONTAGNE met die van FRIES (wier aantal in de *Summa Veg. Scand.* tot 7 gestegen was) niets gemeens hebben; een oordeel, bovendien gewettigd door de wijze, waarop de beschrijvingen van onderscheidene soorten van dit geslacht in het reeds genoemde deel der *Ann. des Sc. nat.* en in des eersten schrijvers *Sylloge generum specierumque plantarum cryptogamarum* (a°. 1856, p. 275) zijn ingekleed. Aldaar toch lezen wij van: „sporis . . . . breviter pedicellatis;" „sporis linearibus . . . . specie septatis;" „sporis specie 3-septatis," enz., al welke eigenschappen door FRIES, in zijn jongste werk, niet aan de sporen van *Ascospora* werden toegeschreven. Wie de, als type van dit geslacht door FRIES vooropgestelde en, volgens hem, bij KUNZE nauwkeurig afgebeelde *Sphaeria Aegopodii* microscopisch mocht onderzoeken, kan er geen oogenblik aan twijfelen, dat MONTAGNE dezen fungus niet gekend heeft, en daardoor in eene betreurenswaardige dwaling vervallen moest.

Veel verder dan door MONTAGNE, werd van den rechten weg afgeweken door BONORDEN, wiens van *Ascospora* gegeven diagnose (*Handbuch der allgem. Mycologie,* 1851, p. 63) in de verste verte niet meer op die van FRIES gelijkt. Hoe het mogelijk was, dat BONORDEN niet eenigen meerderen eerbied voor den grooten Zweedschen mycoloog aan den dag legde, toen hij voornoemd geslacht in behandeling nam, is niet wel te begrijpen, en nog minder, dat hij, bij het schrijven van zijn handboek, 't welk ten doel had, eene hervorming in 't systema mycologicum te weeg te brengen, zich niet wendde tot

FRIES om zoodanige inlichtingen, als waardoor hij het twijfelachtige geslacht nader zoude kunnen leeren kennen. Nu hij zelf, onbegrijpelijker wijze, geene der 7 door FRIES genoemde soorten zich had kunnen verschaffen, ware het, zachtst gesproken, voorzichtig geweest, te trachten, deze langs een anderen en wel langs den alleen veiligen, weg meester te worden. Thans werd door BONORDEN eene nog grootere verwarring dan reeds bestond, in het leven geroepen.

BONORDEN begint met het geslacht *Ascospora* tot de familie der Ascosporeeën te brengen, aan welke hij het bezit van asci toekent (Die Ascosporeen . . . . bestehen . . . . nur aus einem zarten Säckchen [Sacculus], welches in dem Mutterboden eingesenkt ist, allein die Sporen endogen in wahren Schläuchen bildet), en beschrijft de sporen daarvan als "zylindrisch, nicht septirt." Voor het overige komt *Ascospora,* volgens hem, met *Dothidea* overeen, waarvan het bekend is, dat de asci niet in eigene perithecia, maar in holten van een meer of minder uitgestrekt, koolzwart stroma gedoken liggen. De beide afbeeldingen, fig. 65 en 71, door den auteur aan *Ascospora pyrenophora* en *tripunctata* ontleend, doen dan ook knotsvormige asci met 6 en 8 sporen waarnemen.

Wie de meermalen aangehaalde werken van FRIES en het 2e stuk der *Mycol. Hefte* van SCHMIDT en KUNZE raadplegen kan, ziet dadelijk in, dat BONORDEN kortweg met de overlevering gebroken; de nauwkeurigheid der afbeelding van KUNZE, waarop FRIES zich toch in 1849 beroepen had, en die ons een zuiver afgerond, zelfstandig, volstrekt niet in eenig stroma gedoken, perithecium met een uit rechte, ovale cellen bestaanden inhoud te aanschouwen geeft, stilzwijgend ontkend, en, zonder genoegzamen grond, eene geheel nieuwe diagnose van het geslacht *Ascospora* voor de oude in de plaats heeft gegeven. Het is duidelijk, dat er, van dit oogenblik, met twee, hoewel gelijknamige, echter geheel van elkander verschillende geslachten (*Ascospora* FR. en *Ascospora* BON.) te rekenen viel.

Alhoewel de tijdorde, die wij aan onze beschouwingen ten grondslag gelegd hebben, daardoor eenigermate gestoord wordt, wenschen wij, om later niet ten tweeden male tot denzelfden auteur te moeten wederkeeren, hier nog even stil te staan bij

een ander, in 1864 uitgekomen werk van BONORDEN, getiteld: *Abhandlungen aus dem Gebiete der Mycologie*, omdat ook daarin (p. 149) van eene soort van *Ascospora* gesproken wordt. Deze, *A. vibratilis*, op takken te huis behoorend, kenmerkt zich: „peritheciis globosis, atris, nitidis, epidermide tectis, poro simplici apertis; sporis longis, cylindrico-oblongis, granulis farctis; ascis crassis, lanceolatis, polysporis."

Wij zien hieruit, dat BONORDEN van het denkbeeld, alsof *Ascospora* eene *Dothidea* met rolronde, onverdeelde sporen wezen zoude, teruggekomen is, wat nog verder blijkt uit de omstandigheid, dat de door FRIES in zijne *Summa Veg. Scand.* gegeven diagnose thans door hem werd overgenomen. In overeenstemming met de opvatting van den Zweedschen hoogleeraar, was het echter niet, dat aan het genoemde geslacht nu eene plaats onder de Perisporiaceeën werd aangewezen, welke familie zich onderscheiden zou door: „ein entwickeltes Pyrenium von hornartiger oder harter, zerbrechlicher Structur, und darin eine zweite, zartere, zellige oder fädige Hülle, oder ein Zellpolster an der Basis, von welcher die Schläuche und Paraphysen entspringen." Er is dus ook geen twijfel aan, dat *Ascospora vibratilis* BON., evenmin als de vroeger genoemde twee andere soorten van denzelfden auteur, tusschen de *Ascospora's* van FRIES mag worden ingeschoven. Blijkbaar werd BONORDEN op een dwaalspoor gebracht, doordien hij zijne „asci polysporei" voor dezelfde organen hield als de „sporidia granulis farcta" van FRIES, niet bedenkend dat deze, zoo hij werkelijk „asci crassi, lanceolati" had waargenomen, daarvan melding gemaakt zou hebben, en voorbijziend dat „granula" nog iets anders als „sporen" zijn.

In FRESENIU'S *Beiträge zur Mykologie* (a[is] 1850 en 1863) en in BERKELEY'S *Outlines of British Fungology* (1860) vindt men van geene enkele *Ascospora* gewag gemaakt, doch in TULASNE'S *Selecta Fungorum Carpologia*, II, p. 286 (a[o] 1863) worden weder enkele regels aan dat geslacht gewijd. Zonder soorten te noemen, spreekt TULASNE het denkbeeld uit, dat de *Ascospora's* van FRIES hoogst waarschijnlijk voor „pycnidiën" of „spermogoniën" van het geslacht *Stigmatea* moeten gehouden worden, hoewel geene enkele *Stigmatea* genoemd wordt

tot welke eene der *Ascospora's* van FRIES in een genetisch verband zou staan. Letten wij er echter op, dat TULASNE onder „spermatiën" (den inhoud der spermogoniën) verstaat: „Corpora aciculiformia, exilissima, continua, pallida, recta aut flexuosa" en onder „stylosporen" (den inhoud der pycnidiën): „Corpora conidiorum instar ovata, oblonga vel lanceolata, crassa aut minima, modo recta, nunc incurvata, imo lunulata, simplicia, dimidiata aut multilocularia," terwijl FRIES aan zijne *Ascospora's* enkel toeschrijft: „sporidia rotundato-ovalia vel oblonga" — dan ligt de gevolgtrekking voor de hand, dat TULASNE in elk geval dwaalde, toen hij deze met spermogoniën in verband trachtte te brengen, daargelaten of zijne onderstelling, dat zij wellicht ook met pycnidiën vergeleken konden worden, den toets van een gestreng onderzoek zoude kunnen doorstaan.

In de *Flore Cryptogamique des Flandres* van KICKX (a° 1867) komt *Ascospora* niet onder een afzonderlijk hoofd voor, maar vindt men enkele harer soorten, in overeenstemming met de leer van TULASNE, onder andere fungi vermeld. Zoo wordt (blz. 427) *Ascospora Aegopodii* FR., in navolging van DESMAZIÈRES en CASPARY, al weder verward met *Septoria Aegopodii* DESM.; *Ascospora brunneola* FR. even verkeerdelijk tot het geslacht *Sphaeria* teruggebracht (blz. 359), en *Ascospora Ostruthii* FR. als het spermogonium beschouwd eener *Sphaeria* (*S. Ostruthii*, blz. 357), welke FRIES zelf — let wel — als synoniem van deze soort had aangewezen.

Dat KICKX *Ascospora Aegopodii* FR. voor denzelfden fungus hield als *Septoria Aegopodii* DESM., moge te verontschuldigen zijn, op grond der verwarring, door zijne voorgangers in het leerstuk der *Ascospora's* gesticht — zeker getuigt deze navolging niet van eene nauwkeurige vergelijking van de eigenschappen der laatstgenoemde soort met die, door FRIES aan zijne *Ascospora's* toegeschreven. En, wat de poging betreft, *Asc. brunneola*, door FRIES uit het geslacht *Sphaeria* verwijderd, opnieuw daarheen terug te voeren, deze mag als ganschelijk mislukt beschouwd worden, daar KICKX, hoewel verklarend, de organen, door FRIES „sporen" genoemd, voor „asci" te houden, nogtans bekennen moest, de sporen dier asci nooit gezien te hebben.

Eindelijk bleek het mij uit een opzettelijk onderzoek, dat de

gronden, waarop KICKX *Ascospora Ostruthii* FR., door FRIES aan het geslacht *Sphaeria* onttrokken, nog eens, maar nu als spermogonium-toestand daarmede in verbinding bracht, als geheel onaannemelijk, behooren verworpen te worden.

Genoemde gronden werden in de volgende zinsnede blootgelegd: „Quoique la nature du nucléus ne soit pas bien connue dans la forme parfaite de cette espèce, l'on ne saurait guère révoquer en doute l'existence des thèques. RABENHORST les a d'ailleurs également observés (Voir l'observation qu'il a consigné sous son n° 550 de l'Herb. mycol. ed. II, Cent. VI)." — De S. verklaart dus: vooreerst, dat de aard van de rijpe kern der perithecia, tot in het jaar 1867, waarin zijne flora het licht zag, onbekend was gebleven; meende dan, vreemd genoeg, dat men desniettemin tot het bestaan van asci in de rijpe perithecia besluiten mocht, en wees er eindelijk op — een feit, dat, indien het juist ware, wel voorop had mogen staan, dat RABENHORST de asci der rijpe *Sphaeria Ostruthii* had waargenomen.

Het bewijs voor de laatste bewering, vond de S. in den inhoud van het bijschrift, behoorend tot n° 550 van de 2e uitgave van KLOTSCH's *Herbarium mycologicum*, bezorgd door RABENHORST. — Laat ons zien, welk vertrouwen dit bijschrift verdiende.

Het behoorde bij een goed bepaald exemplaar van *Ascospora Ostruthii*, op de bladen van Imperatoria Ostruthium (in Bohemen) verzameld door Dr. KARL, en luidde aldus:" *Ascospora Ostruthii* FR. *Summ.* 425. *Sphaeria Ostruthii* CORDA *Icon.* IV, T. VIII, Fig. 118, at minime *Sphaeria Ostruthii* FR. ex DESMAZ. *Cr. de Fr.* Ed. I, N. 987 et Ed. II, N. 287, quae omnino aliena planta et vera *Sphaeria*." — Onderteekend door Dr. KARL, kwam de verantwoording van den inhoud dezer regels dus ook ten zijnen laste, en niet ten laste van RABENHORST, zooals men uit den text van KICKX zou hebben kunnen opmaken. Niet RABENHORST, maar KARL had een der fungi uit de verzameling van DESMAZIÈRES voor eene ware *Sphaeria* gehouden.

In het bezit van de 1e uitgave dezer verzameling, verzuimde ik natuurlijk niet, het aangehaalde n° 987, werkelijk met den naam van *Sphaeria Ostruthii* FR. bestempeld, te onderzoeken, doch vond ik mij deerlijk te leur gesteld, daar er tusschen den

hier aanwezigen, op de bladen van *Angelica sylvestris* groeienden, fungus en de *Ascospora Ostruthii* van KARL zelven, hoegenaamd geen microscopisch verschil was op te merken. Nogtans bleek het mij, dat op de bladen van het exemplaar van DESMAZIÈRES nog een andere fungus, en wel een *Cladosporium,* te vinden was, welks conidiën, door hare grootte en haar vorm (hoewel minder door hare kleur) uiterst veel op de ledige asci eener *Sphaeria* geleken, zoodat er bij mij geen twijfel bestond, dat KARL, door die conidiën op een dwaalspoor gebracht, tot de onjuiste voorstelling gekomen was, alsof er in de door DESMAZIÈRES verspreide exemplaren asci waren te vinden geweest.

Uit dit alles vloeit voort: 1° dat KICKX dwaalde, toen hij in *Ascospora Ostruthii* den spermogonium-toestand van *Sphaeria Ostruthii* meende ontdekt te hebben, en 2°. dat er tusschen deze beide fungi geen verschil bestaat. Ik voeg er bij, dat de door KARL bedoelde ascus-dragende toestand der (vroeger dus genoemde) *Sphaeria Ostruthii*, tot hiertoe, nergens en door niemand werd aangetroffen.

Wenden wij ons thans tot FUCKEL's *Symbolae mycologicae*, in 1869, en de daartoe behoorende drie vervolgen, in 1871, 1873 en 1875 in het licht verschenen.

Op blz. 94 van dat werk en blz. 19 van het tweede vervolg, vinden wij het geslacht *Ascospora* in zijne waarde hersteld niet alleen, maar daarvan 10 soorten*) vermeld of beschreven, waarvan er 5†) door FRIES in zijne *Summa Veg. Scand.* niet waren genoemd. FUCKEL verwijst voor de diagnose van *Ascospora* naar de „Summa", en rangschikt dit geslacht, met eenige andere, onder zijne afdeeling der *Ascosporei*, die aldus wordt toegelicht: „Meist sehr kleine Kernpilze, mit sehr kleinen, oft für Sporen gehaltenen, Schläuchen. Perithecien mit unregelmässigen und undeutlichen Mündungen. Mit Ausnahme der Gat-

*) *Ascospora cruenta* STR., *brunneola* FR., *Pisi* FUCK., *carpinea* FR., *Aegopodii* FR., *Asteroma* FR., *Solidaginis* FR., *Mali* FUCK., *Dentariae* FUCK., *Scolopendrii* FUCK.

†) Ascospora cruenta, Pisi, Mali, Dentariae, Scolopendrii.

tung *Ascospora*, Epiphyten. *) Leben auf abgestorbenen und noch vegetirenden Pflanzentheilen. Conidien, Spermatien und Schlauchfrüchte bekannt. Typus: *Stigmatea*."

Uit deze aanhaling blijkt, dat FUCKEL zich aan de zijde schaart van KUNZE, en de "ascelli" der "*Plantae Homonemeae*", zoowel als de "sporidia" der "*Summa*" voor asci, en de daarin opgehoopte korreltjes voor sporen verklaart. De juistheid van dit gevoelen voor het oogenblik daarlatend, wensch ik allereerst na te gaan, of de door FUCKEL genoemde soorten werkelijk aan den eisch, door FRIES aan het geslacht *Ascospora* gesteld, voldoen; een onderzoek, op welks uitkomsten men te meer vertrouwen mag, daar FUCKEL die soorten, op ééne na, in zijne *Fungi Rhenani* in 't licht gaf, en de welwillendheid had, mij een exemplaar dezer laatste uit zijn eigen herbarium af te staan.

1. *Ascospora cruenta* STR. (*Regensb. Flora*, 1850, p. 77). — Deze, door KUNZE en FRIES (*Syst. Myc.* II, p. 531) aanvankelijk tot het geslacht *Sphaeria*, later door FRIES (*Summa Veg. Sc.* p. 426) tot *Ascospora* (onderafdeeling *Phyllosticta*), eindelijk door KICKX (*Rech. pour servir á la Flore crypt. des Flandres*, IV, p. 22) tot *Phyllosticta* gebrachte, fungus groeit op de bladen van *Convallaria Polygonatum*, en doet zich voor in de gedaante van bloedroode vlekken, uit wier midden hier en daar een perithecium naar buiten puilt. In onrijpen toestand, bestaan die perithecia, zoowel op de vertikale als horizontale doorsnede, uit een dicht pseudoparenchym van veelhoekige, nauw aaneensluitende cellen, doch waarvan de buitenste lagen, meest ten getale van drie, uit vastere bruine elementen gevormd, den wand, alle overige kleurlooze daarentegen den inhoud schijnen te vormen. Rijpe perithecia hebben de eigenschap om, als men ze in water fijn stoot, of dunne schijfjes daarvan met water in aanraking brengt, een aantal eironde, langwerpige of eenigszins onregelmatige lichaampjes van gemiddeld $\frac{16}{1000}$ mill. lengte en $\frac{7}{1000}$ mill. breedte, en waarin eene overgroote hoeveelheid onmeetbaar kleine korreltjes zijn waar te nemen, los te laten. Deze

*) In tegenstelling met Endophyten.

lichaampjes zijn het, die door FUCKEL asci, door FRIES en anderen sporidiën genoemd werden. Ook bij de leeggeloopen perithecia ontdekt men nog steeds het drietal vastere bruine lagen van vroeger, zoodat er geen twijfel bestaan kan, dat zij den eigenlijken wand van het perithecium uitmaken, De roode vlekken, waarin de perithecia gedoken liggen, zijn cellen van het bladparenchym en de opperhuid, waarin de draden van het mycelium al of niet heenloopen, maar die de ontkleuring, van haar inhoud zoowel als van haar wand, aan den invloed dier draden te danken hebben. Zelfs bij de rijpe perithecia, wordt nooit eene opening aangetroffen, waar langs hun inhoud zou kunnen ontsnappen.

Er kan, op grond van al het voorgaande, geen twijfel bestaan, of *Ascospora cruenta* is eene ware *Ascospora* in den zin van FRIES. Vraagt men echter naar de beteekenis der onder den invloed van water loslatende lichaampjes, dan luidt het antwoord, dat zij noch met „asci", noch met „sporidiën" gelijk zijn te stellen.

Wat toch tot heden door niemand schijnt opgemerkt te zijn, trof ons herhaaldelijk, nl. dat die lichaampjes geheel uit het protoplasma der kleurlooze cellen bestaan, 't welk, zeer kort na het in aanraking komen dezer laatsten met water, met kracht naar buiten wordt gedreven, doordien de celwanden, die blijkbaar in bassorine zijn overgegaan, na sterk in omvang te zijn toegenomen, bersten. Het treffendst openbaart zich dit verschijnsel, als men doorsneden eerst in alcohol onderdompelt, en dan, terwijl het oog op het preparaat gevestigd blijft, den alcohol langzaam door water doet verdringen. De gewone reagentiën op protoplasma doen hunne uitwerking op de los ronddrijvende lichaampjes, zonder dat daarbij eenig spoor eener kleurlooze laag zich aan hunne oppervlakte vertoont.

Door deze waarneming wordt het begrijpelijk, hoe een en hetzelfde orgaan met twee namen van zeer verschillende beteekenis is kunnen bestempeld worden, en leeren wij tevens, dat aan *Ascospora cruenta*, zeer ten onrechte, eene plaats als zelfstandige soort in het systema mycologicum werd aangewezen. Evenmin is het goed te keuren, dat KICKX (*Flore Cr. des Flandres*, I, p. 412) dezen fungus, op het gezag van TULASNE

(*Sel. Fung. Carp.* II, p. 66), *) als het spermogonium eener onbekende *Dothidea* (*D. cruenta*) trachtte in te voeren. Daargelaten toch, dat de in spermogoniën gevormde spermatiën, volgens TULASNE's eigen verklaring, een geheel ander voorkomen hebben als de onder den invloed van water naar buiten gedreven lichaampjes van *Ascospora cruenta*, worden zij door afsnoering aan de toppen van bevoorrechte hyphen voortgebracht, en zijn zij dus als ware cellen aan te merken.

2. *Ascospora brunneola* FR. Deze fungus, vroeger (*Syst. Myc.* II, p. 526) door FRIES onder de *Sphaeriae* gerangschikt, doch later (*Summ. Veg. Scand.* p. 425) door hemzelven en door FUCKEL (*Symb.* p. 94 en *Fung. Rhen.* n°. 467) naar *Ascospora* overgebracht, van waar hij door KICKX, zooals wij hierboven gezien hebben, weder naar zijne oude plaats werd teruggevoerd, schijnt zich nooit anders dan in den toestand voor te doen, welken wij bij *Asc. cruenta* „onrijp" genoemd hebben. Dit althans meenen wij te mogen afleiden uit de bijzonderheid: 1°. dat wij zelven noch bij Nederlandsche exemplaren, noch bij die uit den vreemde, ooit anders als perithecia zonder sporen of op sporen gelijkende lichaampjes te zien kregen, en 2°. dat noch FRIES (*S. M.* II, p. 580), noch BERKELEY (*Eng. Fl.* V, p. 279), noch RABENHORST (*Krypt. Fl.* p. 580), noch KICKX (*Crypt. des Flandres* I, p. 359), noch COOKE (*Brit. Fungi*, p. 921), noch FUCKEL (*Symb.* p 94) van die sporen gewag maken. De omstandigheid echter, dat die onrijpe perithecia, bij het mikroskopisch onderzoek, op één verschil na — de aanwezigheid nl. van een bruinen vasteren peritheciumwand van ééne, en niet van drie lagen cellen dikte —

*) Na verklaard te hebben, dat zijne opvatting van den aard van het geslacht *Dothidea* voornamelijk berustte op het onderzoek van een paar soorten, die op takken groeiden (*D. Ribesia* en *melanops*), en zich te hebben verontschuldigd, dat hij aan die, welke aan bladen eigen zijn, voorloopig geene aandacht geschonken had, gaat TULASNE aldus voort: „Causa vero talis exceptionis neutiquam in eo versatur quod *Dothideas* hujus modi minori dignas attentione habuerimus; quippe *Dothidea tinctoria* TRIANAE nobisque (in Ann. Sc. IV, t. IX [1858], p. 49) et *D. cruenta* (Kze) nostras, quas pariter scrutati sumus, affatim testantur varia fructuum genera vel *Dothideis* infimis larga manu impertita fuisse; dolemus tantum nobis hactenus locum tempusque simul defuisse hos fungillos apto modo explorandi.

zeer veel op de onrijpe perithecia van *Ascospora cruenta* gelijken, en dat de bladeren, waarop zij woekeren, aan *Convallaria majalis*, eene aan de voedsterplant van laatstgenoemden fungus zeer na verwante plantensoort, behooren, mag er toe bijgedragen hebben, dat beide parasieten onder één geslachtsnaam werden saamgevat. Daar de door FUCKEL in zijne *Fungi Rhenani* uitgegeven exemplaren niet alleen met alle beschrijvingen, maar tevens met de in het licht gegeven exemplaren van andere verzamelingen of uit andere landen overeenstemmen, is het billijk aan te nemen, dat hij zich in zijne bepaling niet vergiste en het volste recht had, zijne voorwerpen met den hun geschonken naam te betitelen.

Alvorens van *Ascospora brunneola* af te stappen, zij nog even vermeld, dat er, als men hare perithecia in water fijnwrijft, uit het kleurlooze pseudoparenchym druppelvormige lichaampjes voor den dag komen, die, bij een oppervlakkig onderzoek, voor sporen zouden kunnen gehouden worden.

3. *Ascospora Pisi* FUCK., werd door Mad. LIBERT in hare *Exsiccata* (n°. 12), en, in navolging daarvan, ook door FUCKEL, in zijne *Fungi Rhenani* (n°. 487), *Ascochyta Pisi* geheeten, later echter, in de *Symbolae* (blz. 94), naar het geslacht *Ascospora* overgebracht. Voegen wij er bij, dat zij door DESMAZIÈRES (*Cr. de Fr.* 1e S., Ed. I, n°. 1336; a°. 1843) en KICKX (*Cr. des Fl.* 1, p. 424; a°. 1867) als *Septoria Leguminum* werd opgeteekend, doch bij BERKELEY (*Outl.* p. 320; a°. 1860) en COOKE (*Brit. Fungi* p. 455; a°. 1871) haar oorspronkelijken titel van *Ascochyta* bleef behouden.

Men vindt dezen fungus op de peulen der Erwt, waar hij lichtbruine, eenigszins holle vlekken vormt, welke door een donkeren rand van de omgeving gescheiden zijn en boven welke de perithecia uitsteken. Indien wij dit woord (*perithecia*) gebruiken, begaan wij eigenlijk eene fout, daar nl., op eene loodrechte doorsnede, wel eene ruimte gezien wordt, die de sporen bevat, doch geen lichaam, 't welk, door het bezit van een eigen wand, tegen het omgevend parenchym duidelijk afsteekt. De myceliumdraden loopen door de parenchymcellen heen, totdat zij eene luchtholte onder een huidmondje bereikt hebben, en beginnen daar de sporen, door afsnoering, te vor-

men. De naast aan de holte gelegen cellen worden, naar mate het getal sporen toeneemt, naar buiten en in elkander geperst, en ondergaan daarenboven, zonder twijfel onder den invloed der myceliumdraden, eene bruine verkleuring, en hierdoor ontstaat dan de schijn, alsof er een perithecium aanwezig ware. De sporen (eigenlijk conidiën) worden voornamelijk in den bodem der ruimte afgesnoerd en zijn kleurloos, langwerpig of eirond-langwerpig, $\frac{10-14}{1000}$ mill. lang, $\frac{4-6}{1000}$ mill. breeed, fijnkorrelig van inhoud en door een horizontaal tusschenschot in tweeën verdeeld. Van de buitenwereld zijn zij enkel door de opperhuid gescheiden, en zij worden dan ook door eene opening dezer laatste, gevormd op de plaats waar vroeger een huidmondje zich bevond, met slijm gemengd, naar buiten gedreven.

Uit al het voorgaande, opgesteld naar aanleiding van het onderzoek van n°. 487 der *Fungi Rhenani*, blijkt, dat *Ascospora Pisi* tot het geslacht *Gloeosporium* behoort, en voortaan *Gloeosporium Pisi* moet heeten. *Ascospora*, *Ascochyta* en *Septoria* hebben allen een eigen perithecium, en de onderwerpelijke fungus werd dan ook zoowel door Mad. LIBERT, als door DESMAZIÈRES, KICKX, BERKELEY en COOKE, en laatstelijk opnieuw door FUCKEL, met een verkeerden naam bestempeld.

4. *Ascospora carpinea* FR., door FRIES weleer (*Syst. Myc.* II, p. 523) *Sphaeria carpinea* geheeten, doch later (*S. Veg. Sc.* p. 425) naar *Ascospora* overgebracht, werd in den nieuweren tijd, en wel door AUERSWALD (RABENH. *Myc. Eur.* V, p 2; a°. 1869) en COOKE (*Brit. Fungi* p. 916; a°. 1871), onder het geslacht *Sphaerella* gerangschikt. Daar *Sphaerella* gewone, voor geene verwisseling met andere organen vatbare, asci met een beperkt getal (8) sporen voortbrengt. zooals ook uit AUERSWALD's afbeelding in de *Mycol. Europaea* (Pl. II, fig. 16) blijken kan, en zoowel de auteurs die van *Ascospora carpinea*, als zij die van *Sphaerella carpinea* gewagen, naar dezelfde gedroogde voorwerpen der herbaria van DESMAZIÈRES, RABENHORST, WESTENDORP en anderen verwijzen, zoo spreekt het van zelf, dat er, daar *Ascospora* in haar bouw geheel van *Sphaerella* afwijkt — wat trouwens reeds uit de gewijzigde inzichten van

FRIES was af te leiden — óf fouten in de bepaling begaan, óf verschillende fungi met elkander verwisseld zijn geworden.

Met het oog op het groote verschil tusschen *Ascospora* en *Sphaerella*, en op de namen der waarnemers, houd ik mij overtuigd, dat het eerste niet, maar wél het laatste het geval is geweest. Hierbij steun ik op de omstandigheid, dat ikzelf aan de oppervlakte van hetzelfde Haagbeukblad (FUCKEL, *Fungi Rhenani* n°. 466), twee fungi in elkanders nabijheid heb aangetroffen, waarvan de eene duidelijk eene *Sphaerella* was, terwijl de andere meer op eene *Ascospora* geleek, zoodat men zich kan voorstellen, dat twee waarnemers, waarvan de eene toevallig de eene, de andere de tweede soort van peritheciën te zien kreeg, ook twee verschillende namen gebruikten om hunne vondsten aan te duiden, ja, wat meer zegt, elkanders fungi voor dezelfde en dus ook de daarvoor gebezigde namen voor synoniemen verklaarden.

FUCKEL nu heeft, bij zijne exemplaren, blijkbaar, evenals ik, eene *Sphaerella* en nog een anderen fungus gevonden, daar hij van 8 en tevens van veelsporige asci gewaagt. De 8-sporige asci behoorden aan de eerste, de veelsporige (d. w. z. met allerfijnste korrels gevulde) aan den laatsten. Hij had dus, in zijne diagnose, de „asci 8-spori" buiten rekening moeten laten, en, volgens de door hem voor het geslacht *Ascospora* aangenomen terminologie, enkel van „asci polysporei" moeten spreken. Verder had hij, op het bijschrift van n°. 466 zijner exsiccata, op de gelijktijdige aanwezigheid van twee verschillende fungi kunnen wijzen.

5. *Ascospora Aegopodii* FR. Deze, door FUCKEL in zijne *Symbolae* (bl. 94) aangehaalde soort is, blijkens het daarvan onder no. 425 der *Fungi Rhenani* uitgegeven exemplaar, niet de ware *Ascospora Aegopodii* FR., maar *Septoria Aegopodii* DESM. Men zoude dit reeds kunnen opmaken uit de eigenschappen, in eerstgenoemd werk aan den fungus toegeschreven (ascis tenuibus, 8—sporis, sporidiis cylindraceis), doch het onderzoek der gedroogde voorwerpen laat daaromtrent geen den minsten twijfel over.

6. *Ascospora Asteroma* FR. (*S. Veg. Sc.* p. 425). FUCKEL onderscheidt hier (*Symb.* p. 94): 1°. een „fungus conidiophorus

spermogoniumve" (= *Asteroma* s. *Combosira reticulata* FR. *S. Veg. Sc.* p. 425), en 2°. een "fungus ascophorus" (= *Ascospora Asteroma* FR.). — Mij was deze samenkoppeling altijd vreemd toegeschenen, omdat FRIES van zijn geslacht *Asteroma* (*S. Veg. Sc.* p. 424), in eene noot aan den voet der bladzijde, getuigd had: "Genus nonnisi mycelio a sequente [*Ascospora*] distinctum." Op grond van hetgeen thans in de *Symbolae* te lezen staat, zou men behooren aan te nemen, dat *Ascospora Asteroma* (d. i. het stadium ascophorum) in het bezit was van: "asci brevissime stipitati, ovato-oblongi, 8-spori, 32 Mik. longi, 8 Mik. crassi" en van "sporidia farcta, subclavata, simplicia, hyalina, 8 Mik. longa, 4 Mik. crassa" — eene bijzonderheid, niet ongelijk aan die, welke ons van *Ascospora carpinea* werd medegedeeld, doch die evenmin het vermoeden kan onderdrukken, dat de waarnemer aan eene vergissing heeft blootgestaan.

Het onderzoek nu der nos. 464 en 470 der *Fungi Rhenani*, waarvan het eerste, op bladen van *Convallaria*, ons een *Asteroma reticulatum*, het tweede, op die van *Convallaria multiflora*, ons eene *Ascospora Asteroma* te zien geeft, leerde mij niets meer dan uit de woorden van FRIES was op te maken. Achtsporige asci zag ik niet. Onwaarschijnlijk is het niet, dat die, welke door FUCKEL werden waargenomen, tot eene *Sphaerella* behoord hebben, hoewel daarmede aan den anderen kant niet te rijmen valt, dat de sporidia "farcta" en "simplicia" genoemd worden. Wij staan hier dus eigenlijk voor een raadsel, dat nadere toelichting noodig heeft.

Asteroma reticulatum FR. en *Ascospora Asteroma* FR. hebben volmaakt denzelfden bouw, op dit ééne verschil na, dat de zwartwandige myceliumdraden bij gene in het weefsel des blads voor het meerendeel zelfstandig blijven voortloopen, terwijl zij bij deze, eveneens tusschen en in de cellen van het bladmoes, meer of min uitgestrekte en ronde vlekken vormen, door eene ineenvloeiing der draden of door een plaatselijk ontstaan van nieuwe cellen, ter zijde van anderen, voortgebracht. Te midden nu dier zwarte of donkerbruine, door alle hooger gelegen lagen heenschemerende, strepen of plakaten, vindt men de perithecia, die bij *Asteroma* een weinig grooter zijn dan bij As-

cospora, en in het bladmoes liggen weggedoken. Elk perithecium heeft een uit vaste donkerbruine cellen gevormden wand van niet meer dan éénе cel dik, en daarbinnen eene kleurlooze kern, wier veelhoekige elementen nauw aan elkander sluiten en een glanzig pseudoparenchym vormen. Door toevoeging van water, zag ik dit weefsel wel zwellen en in glans toenemen, maar de cellen zich nooit van haar inhoud ontlasten. De overeenkomst in bouw van de hier bedoelde perithecia en die van *Ascospora brunneola* en *carpinea* was volkomen, weshalve er geen twijfel kan bestaan, of de door FUCKEL in zijne *Fungi Rhenani* neêrgelegde exemplaren van *Ascospora Asteroma* waren, voor zoo verre zij geene asci voortbrachten, juist bepaald.

7. *Ascospora Solidaginis* FR. (*S. Veg. Sc.* p. 425). Bij dezen fungus onderscheidt FUCKEL (*Symb.* p. 74), vreemd genoeg, al weder twee toestanden, nl. een „Fungus spermogonium" (= *Ascochyta Virgaureae* LIB. exs. n°. 55), door hem zelven in zijne *Fungi Rhenani* (n°. 468) onder den titel van *Ascospora Solidaginis* FR.; en een „Fungus ascophorus" (= *Ascospora Solidaginis* FR. *S. V. S.* p. 425), in dezelfde *Fungi Rhenani* (n°. 485) onder den naam van *Ascochyta Virgaureae* LIB. uitgegeven en verspreid. Elk dezer toestanden wordt door eene korte diagnose nader aangeduid, en wel op deze wijze: I „Fungus spermogonium. Spermatiis longissimis, filiformibus vermicularibusve." — II. Fungus ascophorus. Cirrhis tenuissimis, albidis, vermicularibus; ascis anguste linearibus, 80 Mik. long., 4 Mik. crass.; sporidiis monostichis, cylindraceis, parum curvatis, utrinque obtusis, 8 Mik. long., c^a 2—3 Mik. crass., hyalinis."

Ik behoef er wel niet op te wijzen, dat geen dezer beschrijvingen ook slechts eenigermate overeenstemt met de kenmerken, door FRIES aan het geslacht *Ascospora* toegeschreven, en de vraag, hoe het mogelijk was, dat FUCKEL de door hem op de bladen van *Solidago Virgaurea* gevonden fungi onder één hoofd konde vereenigen met *Ascospora cruenta*, *brunneola*, *Pisi*, enz., valt moeilijk te onderdrukken. Het onderzoek der nummers 468 en 485 van FUCKEL's verzameling leerde mij dan ook het volgende.

De door FUCKEL als „Fungus spermogonium beschouwde fungus is werkelijk, zooals de *Symbolae* zulks aangeven: *Ascochyta*

Virgaureae LIB. of liever *Septoria Virgaureae* DESM., maar de als „Fungus ascophorus" betitelde een geheel ander organisme, door FUCKEL niet begrepen en verkeerd geduid.

Dit organisme doet zich voor als een *Cladosporium*, maar met tweeërlei hyphen, een *Cladosporium heteronemum*, niet ongelijk aan den op de bladen van *Sagittaria sagittifolia* groeienden fungus, die, verkeerdelijk voor een *Macrosporium* gehouden, *) door DESMAZIÈRES en BERKELEY als *Macrosporium heteronemum* beschreven werd.

De wankleurige, als met een fijn pluis (naar buiten gedreven hyphen) bedekte plekken aan den onderkant der bladen van *Solidago Virgaurea*, door FUCKEL voor eene *Ascospora* gehouden, bestaan uit dicht opeengehoopte *Cladosporium*-zoden, waarvan de centrale hyphen altijd kort blijven, aan haar voet lichtbruin gekleurd zijn, en aan haar kleurloozen top één- of tweehokkige, kleurlooze, ovale conidiën afsnoeren; de peripherische daarentegen veel langer worden, geheel kleurloos zijn, geene conidiën afsnoeren, en door een aanzienlijk getal (6, 8, 10) horizontale tusschenschotten in even vele, met fijnkorrelig protoplasma gevulde kamertjes verdeeld zijn. Deze peripherische hyphen werden door FUCKEL voor asci en hare kamertjes voor sporen gehouden, wat ook daaruit blijken kan, dat de lengte- en breedtematen, voor de asci en sporen door hem opgegeven, met de lengte en breedte der peripherische hyphen en der cellen, waarin zij verdeeld zijn, overeenkomen.

Uit het voorgaande blijkt dus, dat FUCKEL de *Ascospora Solidaginis* FR. niet gekend, twee andere fungi daarvoor in de plaats gegeven, en een vorm, die als „fungus conidiophorus" had behooren beschouwd te worden, als „fungus ascophorus"

---

*) Ik heb mij door een dikwerf herhaald onderzoek overtuigd, dat de veelcellige conidiën, aan *Macrosporium* eigen, en door DESMAZIÈRES en BERKELEY te gelijker tijd met en in de nabijheid van de *Cladosporium*-hyphen op de bladen van *Sagittaria sagittifolia* waargenomen, ten onrechte door die mycologen als voortbrengselen van laatstgenoemden fungus beschouwd werden. Ik meende daarom, met behoud van den soortelijken naam, den geslachtsnaam te moeten wijzigen. De veelcellige conidiën van *Macrosporium* worden wel somtijds, maar in het geheel niet altijd in gezelschap der *Cladosporium*-hyphen aangetroffen, en liggen, waar men ze vindt, óf los daarnevens, of staan in verband met draden, die blijkbaar niets met genoemde hyphen gemeen hebben.

heeft dienst laten doen. De verzekering, dat de door FUCKEL bedoelde fungus dan ook niets gemeens heeft met de diagnosen, door FRIES van *Sphaeria* of *Dothidea Solidaginis* (beide synoniemen van *Ascospora Solidaginis*) gegeven (*Obs. Myc.* II. p. 325 en S. M. II, p. 562), kan dan ook bijkans als overtollig beschouwd worden.

8. *Ascospora Mali* FUCK. (*Symb.* p. 95). De auteur onderscheidt hier ten derden male een „Fungus spermogonium" (=*Asteroma Mali* DESM. *Ann. Sc. Nat.* 2e S., XV, p. 141 en *Pl. Crypt. de Fr.* 1e S., 1e Ed. no. 1099; 2e Ed. no. 499), en een „Fungus ascophorus" (*Ascospora Mali* FUCK.), en verwijst dienaangaande naar no. 1561 (voor eerst -) en no. 469 (voor laatstgenoemden) in zijne *Fungi Rhenani*. De diagnose zijner *Ascospora Mali* luidt aldus: „Peritheciis sparsis, minutissimis, conicis, perforatis, atris, epidermidem radiatim tumefacientibus, dein erumpentibus; ascis oblongis, stipitatis, curvatis, minutis, sporidia 6 ovata, simplicia, hyalina, minuta includentibus. Cirrhis candidis fasciculatis."

Het onderzoek, door mij aan de door FUCKEL uitgegeven exemplaren ingesteld, leerde mij het volgende.

No. 1561 der *Fungi Rhenani* is werkelijk eene *Asteroma*. De donker gekleurde gelede hyphen, door FRIES elders met den naam van myceliumdraden bestempeld, dringen van uit het bladparenchym, waarin zij verspreid liggen, in de opperhuidscellen, en vormen daarbinnen een pseudoparenchym, 't welk, voor zoo verre het strengen vormt, die aan den bovenwand dezer cellen evenwijdig loopen, zich aan het ongewapend oog als eenigszins verheven, zwarte strepen voordoet. Een zeker aantal van dergelijke, naar één midden convergeerende, strepen vormt dan eene vlek, die, door hare straalswijs uitstaande armen, min of meer op eene ster gelijkt. Die vlekken of sterren maken den grondslag uit van het *Asteroma*, dat echter, in genoegzaam gevorderden staat van ontwikkeling, ook perithecia behoort voort te brengen. DESMAZIÈRES verklaart, die perithecia nooit gezien te hebben, en FUCKEL schijnt niet gelukkiger geweest te zijn. Dit meen ik althans te mogen opmaken: 1°. uit zijn stilzwijgen omtrent die perithecia, en 2°. uit het vraagteeken,

door hem achter de woorden „Fungus spermogonium" gevoegd (*Symb.* p. 95).

Mij echter gelukte het, die perithecia, in FUCKEL's exemplaar, te midden der zwarte vlekken, te vinden. Zij voldeden aan alle eischen, door FRIES aan het geslacht *Ascospora* gesteld, zoodat ik niet aarzel, den door FUCKEL voor een spermogonium-toestand zijner *Ascospora Mali* gehouden fungus een *Asteroma* te noemen, dat, evenmin als eenige andere soort van dien naam, in verband tot eenige soort van *Ascospora* behoort gebracht te worden.

Wat nu n°. 469 der *Fungi Rhenani* betreft, het daartoe behoorende blad deed mij wel zeer kleine, verspreide perithecia zien, maar geen enkel van den bouw eener *Ascospora*. Ik vond ze niet anders gevuld als met allerfijnste, korte, kleurlooze, met slijm gemengde sporen, zooals men die bij *Cytispora* en *Libertella*, en, volgens veler opvatting, ook bij *Phyllosticta* aantreft, maar ontdekte nooit het geringste spoor van asci. Ik kan mij dan ook niet anders voorstellen als dat FUCKEL óf opperhuidscellen, met zeer duidelijke *Cladosporium*-draden gevuld, óf, wat waarschijnlijker is, de eene of andere *Sphaerella* (zooals b.v. *Sph. sentina*, *inaequalis*, *chlorospora* of anderen) voor eene *Ascospora* hebbe aangezien.

9. *Ascospora Dentariae* FUCK. (*Symb.* p. 95). FUCKEL noemde aldus een fungus, die door WESTENDORP (*Notices* V, p. 22) met den naam van *Zythia Dentariae* bestempeld was geworden. In de *Fungi Rhenani* werd hij (n°. 642) onder den eersten, in de *Fungi Europaei* van RABENHORST (n°. 452) onder den tweeden titel uitgegeven. Doordien de exemplaren der *Fungi Europaei* van WESTENDORP zelven afkomstig waren, had ik de gelegenheid, de identiteit der in beide verzamelingen uitgegeven voorwerpen te onderzoeken, en bleek het mij, dat daarop niet viel af te dingen.

Het is niet overtollig, even na te gaan, welke eigenschappen door FRIES aan het geslacht *Zythia*, 't welk hem zijn naam verschuldigd is, toegeschreven werden, en in welk opzicht dit van *Ascospora* afwijkt, om zoo tot de beantwoording der vraag te komen, of WESTENDORP wél deed, zijne plant *Zythia* te noemen, dan wel of FUCKEL juister handelde, ze naar *Ascospora* over te brengen.

Men vindt de karakters van *Zythia* opgesomd in de *Summa Veg. Sc.* p. 407. Het geslacht behoort, volgens FRIES, tot de afdeeling der *Pyrenomycetes genuini Perisporiacei* (Perithecio et nucleo discretis, ostiolo impresso punctiformi umbilicato, ascis vulgo brevibus, saepe rotundatis vel diffluentibus; *S. V. Sc.* p. 380), en tot de onderafdeeling der *Myxotheciei* (Sporis gelatina primo conglobatis absque ascis; ib. p. 407). Aan *Zythia* zelf wordt toegeschreven een „Perithecium membranaceum, primo tectum dein liberum, tenax, ore umbilicato, nucleo gelatinoso cum sporis simplicibus globuli vel cirrhi instar erumpente."

Het geslacht *Ascospora* daarentegen werd door FRIES gerangschikt onder de *Pyrenomycetes coniomycetoidei Phyllostictei* (Perithecio incompleto [nullo vel matrice quasi formato, nec discreto] absque ostiolo discreto, nucleis matrici innatis, ascis vulgo in sporidia mutatis; *S. V. Sc.* p. 380), en verder onder de *Ascosporei* (Sporidiis cum gelatina cirrhose profluentibus; ib. p. 424). *Ascospora* zelf werd beschouwd als in 't bezit van „Perithecia globosa, subinnata ex macula (in typicis crustosa) prominula" en van „Sporidia rotundato-ovalia vel oblonga, obtusa, contigua, granulis farcta."

WESTENDORP nu liet zich over zijne *Zythia Dentariae* aldus uit (*Not.* V, p. 22): „Périthèces membraneux, d'abord immergés, puis superficiels par la destruction de l'épiderme, sphériques ou ovales, s' affaissant plus ou moins par l'âge ou la dessiccation. Ostiole papilliforme. Nucléus blanc, gélatineux, formé par des cellules sphériques (sporidies?) variables en grosseur, hyalines, entremêlées de sporules cylindriques, arrondies aux extrémités, transparentes, longues d'environ $^1/_{100}$ de mill. sur une largeur quatre fois moindre;" terwijl FUCKEL zijne *Ascospora Dentariae* aldus kenschetst: „Ascis (Sporidia WEST.) ovatis, utrinque obtusis, subglobosis, 18 Mik. long., 14 Mik. crass., multisporis; sporidiis cylindraceis, subrectis, 8 Mik. long., 5 Mik. crass., hyalinis, simplicibus."

Het is uit de aan FRIES ontleende diagnosen duidelijk, dat *Zythia* en *Ascospora* hierin met elkander overeenstemmen, dat zij geene asci hebben, en hunne sporen, met slijm gemengd, naar buiten worden gedreven; verder, dat het verschil tusschen

beiden hierin gezocht moet worden, dat *Zythia* zelfstandige perithecia heeft, die eerst in het plantenweefsel weggedoken liggen, doch later, na het wegvallen van de opperhuid vrijkomen, en dan een ingedrukten mond doen zien, terwijl *Ascospora* perithecia voortbrengt, die niet vrij worden, en in eene wankleurige (soms korstige) vlek gedoken liggen, wier weefsel door FRIES beschouwd wordt als niet tot den fungus, maar tot het orgaan te behooren, waarop deze woekert. Daarenboven wordt aan die perithecia geen mond waargenomen.

Beproeven wij nu, met deze kennis toegerust, de door WESTENDORP en FUCKEL verspreide voorwerpen naar den eisch te bepalen, dan blijkt het, dat zij onmogelijk tot *Ascospora*, maar wel tot *Zythia* kunnen behooren, en dat FUCKEL dus verkeerd deed, den door WESTENDORP gekozen naam af te schaffen, en daarvoor een nieuwen in de plaats te stellen. Dat WESTENDORP's geslachtsbepaling juist geweest was, leidde ik — als niet in het bezit van authentieke exemplaren van *Zythia* — behalve uit de toepasselijkheid der door FRIES gegeven diagnose op zijne voorwerpen, daaruit af: 1°. dat zij in hoofdzaak overeenstemden met de door FRIES bij *Zythia Georginae* aangehaalde afbeelding in CORDA's *Icones Fungorum* (III, fig. 72), en 2°. dat *Zythia Rhinanthi*, als tot de flora van België behoorend (KICKX *Cr. des Fl.* I, p. 449) aan WESTENDORP bekend konde geweest zijn.

TULASNE is niet wars van het denkbeeld (*Sel. Fung. Carp.* II, p. 261 en 279), dat de *Zythiae* van FRIES pycniden zijn van soorten van *Pleospora*, waartegen echter valt in te brengen, dat althans de zoogenoemde sporen van *Zythia Dentariae* veel meer op spermatiën dan op stylosporen gelijken, waarom in dit geval, ondersteld dat TULASNE's grondgedachte juist ware, van spermogoniën zou behooren gesproken te worden. Inderdaad is er tusschen de vertikale doorsnede eener rijpe *Zythia Dentariae* en het naar buiten gelegen beschaduwde gedeelte van Fig. 4 op Pl. IX, Deel II, der *Sel. Fung. Carp.*, 't welk ons een schijfje van het stroma van *Dothidea Ribesia* te zien geeft, niet het minste verschil, en behooren dien ten gevolge de uiterst kleine lichaampjes, welke te midden van slijm uit de peritheciën dezer *Zythia* naar buiten worden gedreven, even

goed spermatiën genoemd te worden als de met de letter *s*. aangeduide staafjes op de aangehaalde afbeelding.

Evenals op de afbeelding van TULASNE, zoude men kunnen meenen, dat de kleine staafvormige lichaampjes van *Zythia Dentariae* door de centrale cellen van het zoogenoemde perithecium afgesnoerd werden, hoewel het tegendeel uit het onderzoek van zeer dunne doorsneden blijken kan. Allereerst leert dat onderzoek, dat de perithecia dezen naam niet, maar veeleer dien van stromata verdienen, in zoo verre men er nooit, tenzij dan nadat een gedeelte van hun inhoud naar buiten gedreven is, eene holte in ontdekt, en het geheele orgaan uit veelhoekige, nauwaaneensluitende cellen bestaat, welke, evenals bij het stroma van *Dothidea Ribesia*, van buiten naar binnen in grootte afnemen; van donkerbruin langzamerhand kleurloos worden, en, in plaats van lucht of eene waterheldere vloeistof, een meer en meer troebel wordenden inhoud te zien geven, waarin enkele zeer kleine staafvormige lichaampjes te herkennen zijn. Dicht bij het midden van het stroma, zijn deze cellen allerkleinst, en in het midden niet meer waar te nemen. Doet men nu bij zeer dunne, in alcohol neêrgelegde sneden ook hier weder die vloeistof door water vervangen, zonder het preparaat uit het oog te verliezen, dan ontstaat er in het midden een gewemel, en ziet men ten laatste, door het wegspoelen van eene groote hoeveelheid staafjes, eene centrale opening in het schijfje ontstaan. Veel verder dan het onkenbare weefsel reikte, zijn de cellen van het stroma nu verdwenen, en de daaropvolgende voor een groot deel van hare binnenwanden beroofd, zoodat er geen twijfel bestaan kan of wij hebben hier hetzelfde verschijnsel als bij *Ascospora cruenta* voor ons, dat nl. de wanden der centrale cellen van het stroma in slijm veranderd zijn, en de staafvormige protoplasma [?]-lichaampjes, in die cellen opgesloten, na de verdeeling van het slijm in water, in vrijheid komen.

Zythia Dentariae is dus niet alleen geene *Ascospora*, maar kan evenmin op den titel van zelfstandigen fungus aanspraak maken. Wij hebben hier met een stroma te doen, 't welk misschien, na eerst nog aan den invloed van tot hiertoe onbekende invloeden te zijn blootgesteld geweest, in een hooger bewerktuigden vorm zou kunnen veranderen.

10. *Ascospora Scolopendrii* FUCK. Deze soort, beschreven in het 2e bijvoegsel tot de *Symbolae Mycologicae*, p. 19, werd tot heden in de *Fungi Rhenani* niet uitgegeven, weshalve ik besloot, den auteur te verzoeken, mij daarvan een exemplaar af te staan. Aan mijn verlangen werd gaarne gevolg gegeven, en ikzelf daardoor in de gelegenheid gesteld, een oordeel te vellen over deze *Ascospora,* die ik anders met stilzwijgen zoude hebben moeten voorbijgaan.

FUCKEL's beschrijving van *Ascospora Scolopendrii* luidde als volgt: „Peritheciis hypophyllis, in maculis discoloribus, indeterminatis gregariis, tuberculiformibus, epidermide tectis, pro ratione media magnitudine, fuscis, subdiaphanis, membranaceis, vertice applanatis, demum perforatis prominulisque, cirrhis candidis expulsis; ascis obovato-clavatis, substipitatis, polysporis, extus reticulato-spinulosis, 48 Mik. long., 24 Mik crass.; sporidiis cylindraceis, minutissimis, non mensuralibus, hyalinis. — An der untern Wedelfläche von *Scolopendrium offic.*, im welken Zustande selten, im Nachsommer. In der Cluss im Ct. Graubünden. — Ein höchst eigenthümlicher Pyrenomycet, den ich nur in dieser Gattung unterbringen kann. Besonders merkwürdig sind die Schläuche durch ihre netzartige und stachlige Oberfläche. Ausser dem erwähnten Schlauchinhalt (Sporen) welchen ich aus dem stielförmigen Theile der Schläuche austreten sah, konnte ich keine anderen Sporen entdecken. Die ausgestossenen weissen Ranken enthalten die reifen Schläuche."

Een nauwgezet onderzoek nu van den aldus omschreven fungus leerde mij: vooreerst, dat de perithecia niet altijd aan wankleurige vlekken gebonden zijn, maar dikwerf ook daarnevens voorkomen, en ten tweede, wat van meer belang is, dat FUCKEL's meening, alsof de door hem voor „asci" gehouden organen, met slijm gemengd, in ranken naar buiten gedreven zouden worden, geheel onjuist is. Op vertikale doorsneden der perithecia, die een uiterst dunnen, teederen, zeer licht-bruinachtig gekleurden wand hebben, bemerkte ik een duidelijk basilair hymenium, en, daarboven uitstekend, korte sterigmata, waaraan het afsnoeren eener topcel was opgedragen. Nu en dan zag ik die topcellen nog met hare dragers verbonden, hoewel nooit meer dan ééne aan het einde van elken draad, zoodat ik gegronden twijfel mocht

koesteren of het afsnoerings-proces meer dan eenmaal herhaald werd. Door de toevoeging van water, werd echter volstrekt geen slijm bemerkbaar, en de afgesnoerde cellen ook volstrekt niet van hare plaats verdreven, waaruit volgde dat, wat FUCKEL voor ranken had aangezien, niet anders dan opeenhoopingen van zulke losse cellen geweest waren.

Uit het medegedeelde vloeit voort, dat de „asci" van FUCKEL den naam van stylosporen moeten dragen — eene daadzaak, waartegen te minder bezwaren geopperd kunnen worden: 1°. dewijl in die organen volstrekt geene nog kleinere sporen gevonden worden, en 2°. omdat nergens onder de Ascomyceten asci worden aangetroffen met stekelvormige ruwigheden aan hunne oppervlakte, terwijl dit verschijnsel bij de stylosporen der Fungi hypodermii zich veelvuldig openbaart. De onmeetbaar kleine lichaampjes, die FUCKEL uit zijne asci naar buiten zag vloeien, kunnen, in de onderstelling dat geene verwisseling van den eenen fungus met den anderen hebbe plaats gehad, niet anders dan allerfijnste korrels van het protoplasma geweest zijn.

Toen ik in de *Bot. Zeitung*, 1875, N°. 36, in mijne bijdrage, getiteld: „*Drei unrichtig bestimmte Pilze*", de hierboven medegedeelde uitkomsten van mijn onderzoek wereldkundig maakte, meende ik, de *Ascospora Scolopendrii* FUCK. tot de „fungi hypodermii", en verder, op grond van de aanwezigheid van een peridium, tot een der beide geslachten *Aecidium* of *Endophyllum* te moeten brengen. Eene keuze waagde ik niet te doen, omdat de kieming der waargenomen stylosporen mij onbekend was gebleven, en, in het onderwerpelijke geval, aan dit proces eene beslissende uitspraak moest worden toegekend.

Na de door MAGNUS in de *Bot. Zeitung*, 1875, N°. 30 (p. 511) openbaar gemaakte onderzoekingen over het geslacht *Melampsora*, met inbegrip der daartoe behoorende *Uredines*, en zijn korter opstel over *Ascospora pulverulenta*, in de *Bot. Zeitung*, 1875, N°. 42, p. 685, zoude men het er echter voor kunnen houden, dat *Ascospora Scolopendrii* de *Uredo*-vorm eener tot hiertoe onbekende *Melampsora* ware, en zoude zij dan voorloopig met den naam van *Uredo Scolopendrii* (an = *U. Filicum?*) behooren te worden aangeduid. Hoe dit echter zij, zooveel staat vast, dat de bedoelde fungus door FUCKEL verkeerdelijk bepaald

werd, en dat hem eene andere plaats in het systeem moet worden aangewezen dan hem in de *Symbolae Mycologicae* werd toegekend.

Daar MAGNU's opstel vóór het mijne in de *Bot. Zeitung* werd opgenomen, zoude ik mij behooren te verontschuldigen, dat ik daarvan geene kennis genomen had, zoo ik daartoe werkelijk in staat ware geweest. Men bedenke echter, dat mijne bijdrage, hoewel in Juni aan de redactie van bovengenoemd weekblad toegezonden, eerst den 3den September geplaatst werd, en dat MAGNU's opstel den 23sten Juli het licht zag, d. i. dus op zijn allerminst eene maand later dan ik mijn manuscript had aangeboden.

Het is hier de plaats om een oogenblik stil te staan bij *Ascospora pulverulenta* RIESS, waarvan de diagnose gevonden wordt in de *Bot. Zeitung*, 1853, p. 237, en gedroogde exemplaren verspreid werden in het *Herb. Mycologicum* van KLOTZSCH, 1e Ed., N°. 1754, RABENHORST's *Fungi Europaei*, N°. 786 en DE THÜMEN's *Fungi Austriaci*, N°. 657.

Deze fungus groeit op de bladen van *Prunus Padus*, en verleent aan hun onderkant het voorkomen, alsof hij met meel bepoederd ware geworden. RIESS beschreef hem als volgt: „Perithecia hypophylla, maculae purpureae, angulatae irregulari insidentia, gregaria, ochracea, vix $^1/_2$''' lata, innato-prominula, ore subrotundo aperta. Sporae acrogenae, albae, subpellucidae, ovatae, verrucosae, $^1/_{100}$''' longae, in cirrhos breves propulsae, quibus mox dilapsis folia quasi farina conspersa esse videntur."

Al wat wij omtrent *Ascospora Scolopendrii* gezegd hebben, geldt ook van deze soort. Op eene vertikale doorsnede der afgeplat-kogelronde, kleurlooze, uiterst dunwandige perithecia, ontdekt men ook hier een basilair hymenium, waarboven korte sterigmata uitsteken, die, zoo zij hun last niet reeds hebben afgeworpen, met ééne, nooit met meer sporen bezwaard zijn. In geen geval geeft water tot eene merkbare zwelling van den inhoud dier perithecia aanleiding, zoodat ook hier, zonder eenig voorbehoud, tot de niet-aanwezigheid van slijm mag worden besloten. Ranken vormt *Ascospora pulverulenta* dan ook in het

geheel niet, en wat RIESS daarvoor heeft aangezien, kunnen niet anders als de geelachtige, naar buiten puilende mondingen der bijkans rijpe perithecia geweest zijn. Door de uitzetting dezer laatsten, ontstaat er in de opperhuid, die ze overspant, en in hun eigen wand, eindelijk eene kleine opening, door welke de afgesnoerde cellen naar buiten worden gedreven.

Deze cellen nu, eveneens van kleine ruwigheden voorzien, zijn evenmin asci als die van *Ascospora Scolopendrii*, maar stylosporen. Zij zijn niet wit en eirond (RIESS), maar kleurloos en omgekeerd-eirond, daar zij, zoo hare beide polen niet even breed zijn, met de smalste aan het sterigma vastzitten.

In mijn hierboven aangehaald opstel (*Bot. Zeit.* 1875. no. 36), werden de zooeven medegedeelde ervaringen eveneens wereldkundig gemaakt, en kwam ik tot hetzelfde besluit als ten opzichte van *Ascospora Scolopendrii*, nl. dat men den fungus op het blad van *Prunus Padus* voortaan òf als een *Aecidium*, òf als een *Endophyllum* zoude te beschouwen hebben. Volgens MAGNUS echter, is het waarschijnlijker, dat hij den *Uredo*-vorm van *Melampsora areolata*, thans door MAGNUS *Thekospora areolata* geheeten, uitmaakt. In elk geval echter, is het ook hier weder aan geene bedenking onderhevig, dat *Ascospora pulverulenta* ten onrechte met dien geslachtsnaam bestempeld werd, en onder de Uredineeën te huis behoort.

In RABENHORST's *Fungi Europaei* werd, onder no. 1939, in 1875 eene *Ascospora microscopica* n. sp. uitgegeven door G. VON NIESSL, en wel met het volgende bijschrift: „Epiphylla. Perithecia disseminata, hinc inde gregaria, minutissima, subglobosa, atra, nitida, ascis oblique ovoideis vel oblongis stipite brevi 20 mk. lgs., 8—10 lts., sporidiis subcylindraceis, rectis, utrinque obtusis, 4-guttulatis, hyalinis 12—14 lgs., 2—3 lts. In foliis semiputridis Rubi fruticosi pr. Voitsberg Stiriae, Augusto."

Mijn vermoeden, dat ook hier weder eene vergissing had plaats gehad, werd volkomen bevestigd. Ik trof nl. op de onderzochte bladen tweeërlei perithecia aan, waarvan sommige met ware asci, waarbinnen 8 tweecellige kleurlooze sporen met ongelijke helften, beiden zeer sterk gelijkend op die van het

geslacht *Sphaerella*; andere met stylosporen gevuld waren. Daarenboven vond ik ledige asci, volkomen gelijkend op de gevulde, maar kleiner en het zij van oudere, het zij van jongere voorwerpen afkomstig.

Bij eene vergelijking nu van VON NIESSL's korte beschrijving met hetgeen ik had waargenomen, bleek het mij, dat de goed gevulde asci hem ontsnapt moeten zijn, en dat hij de ledige of die met een onrijpen of onkenbaren inhoud in verband had gebracht met de vrij ronddrijvende stylosporen, van de soort, die ik in afzonderlijke perithecia had aangetroffen. Immers paste de beschrijving zijner ascussporen volkomen op mijne stylosporen, en kwam ook die zijner asci met de door mij waargenomen ledige goed overeen.

Ter staving van de gegrondheid van mijn gevoelen, doe ik nog opmerken, dat VON NIESSL 1°. in zijne diagnose naliet te vermelden, hoe vele sporen hij in de asci had aangtroffen — eene bijzonderheid die, vooral bij het beschrijven eener nieuwe soort van *Ascospora*, niet achterwege had mogen blijven, en die zeker ook niet met stilzwijgen zou zijn voorbijgegaan, indien de auteur die organen werkelijk binnen de asci had waargenomen; en 2°. in zijne *Beiträge zur Kenntniss der Pilze* (a° 1872) onder *Leptosphaeria fusispora* (p. 27) pycnidiën met stylosporen beschreef, waarvan de laatsten, ook blijkens de daarvan gegeven afbeelding op pl. IV, fig. 26 c, volkomen (behoudens eenig verschil in de afmetingen) met de hierboven nader omschreven sporen zijner *Ascospora microscopica* overeenstemden. *)

Volgens VON NIESSL's opvatting, blootgelegd in de beschrijving zijner *Leptosphaeria fusispora*, zouden de door hem medegedeelde *Rubus*-bladen dus bezet zijn met: 1°. eene *Sphaerella*, en 2°. de waarschijnlijk hierbij behoorende, met stylosporen gevulde pycnidiën. Doordien hij echter de ledige of onrijpe asci zich gevuld dacht met den inhoud dezer laatsten, ontstond

*) De eigenschappen, aan deze stylosporen toegeschreven, luiden aldus (p. 27): „Stylosporis (?) cylindraceis, rectis, obtusis, guttulatis, hyalinis," terwijl op de volgende blz. 28 nog nader daarvan gezegd wordt: „Die Stylosporen enthalten meist 4 grosse und mehrere kleine Tröpfchen." Ik behoef er wel niet op te wijzen, dat deze beschrijving, woord voor woord, met die op het bijschrift van no. 1939 der *Fungi Europaei* overeenstemt.

voor hem het beeld eener *Ascospora* — een beeld evenwel, dat, al ware het aan de werkelijkheid ontleend geweest, nooit, zooals wij weldra hopen aan te toonen, tot deze bepaling had mogen voeren.

Een volgend auteur, dien wij te raadplegen hebben, is COOKE, wiens *Handbook of British Fungi* in 1871 in 't licht verscheen. Wij vinden hierin wél drie *Ascospora's* met name genoemd, doch slechts als synoniemen van soorten van *Sphaerella: Ascospora carpinea* FR. van *Sph. carpinea*; *Ascospora Ostruthii* van *Sph. Ostruthii; Ascospora brunneola* van *Sph. brunneola.*

Na al hetgeen wij tot hiertoe hebben in 't midden gebracht, kan het niemand vreemd voorkomen, dat wij COOKE's opvatting niet kunnen goedkeuren. *Sphaerella's* hebben asci van den gewonen vorm, die nooit met iets anders verwisseld kunnen worden, en, in rijpen staat, een beperkt getal (8) goed gevormde sporen bevatten. *Ascospora's* daarentegen doen slechts cellen met een fijnkorreligen inhoud zien, die noch op de asci, noch op de sporen des *Sphaerella's* gelijken. Het zoude dan ook onbegrijpelijk geweest zijn, dat FRIES de *Ascospora's* der *Summa Veg. Scand.* aan het gebied der *Sphaeria's*, 't welk ook de *Sphaerella's* der nieuweren omvat, en waartoe zij vroeger (*Syst. Myc.* II) door hem gerekend werden, onttrokken had, indien zij ware asci bezeten hadden, terwijl de op *Sphaerella Ostruthii* en *brunneola* toepasselijke noot van COOKE: „The fruit of those species seem to be unknown," in plaats van eenig licht in de onderwerpelijke zaak te verspreiden, ons verlangen: de reden te leeren kennen, waarom den auteur eene verplaatsing dier fungi geraden was voorgekomen — juist onbevredigd laat.

Wel werd bij *Sphaerella carpinea* van sporehoudende asci gesproken, maar geen woord ter opheldering gezegd, waaruit zou kunnen blijken, met welk recht de S. dien naam als synoniem met *Ascospora carpinea* gebruikte. En toch was die opheldering zoo noodig, om den schijn te weren alsof hier opnieuw eene verwisseling van den eenen fungus met den anderen had plaats gehad.

In de „*Systematische Aufzählung der im Erzherzogthume Oesterreich ob der Ems bisher beobachteten Kryptogamen*” van Dr. J. S. POETSCH en K. B. SCHIEDERMAYER, te Weenen in 1872 in het licht verschenen, wordt op bl. 142 van *Ascospora cruenta*, *Asc. Aegopodii* en *Asc. Solidaginis*, en in den „*Verzeichniss der bisher in Bayern aufgefundenen Pilze*” door OHMÜLLER, voorkomende in het „*Vierter Bericht des Botanischen Vereins in Landshut*” (a°. 1874) van *Ascospora Asteroma, Asc. carpinea*, *Asc. Mali* en *Asc. Solidaginis* — hoewel zonder eenige omschrijving — gewag gemaakt. Reeds vroeger werd over den waren aard dezer soorten de noodige opheldering gegeven, zoo dat wij daarbij niet nogmaals behoeven stil te staan. Of de door beide schrijvers genoemde *Ascospora Solidaginis* beter met den door FRIES bedoelden fungus overeenstemde dan de exemplaren van FUCKEL's *Fungi Rhenani*, zou enkel door een onderzoek der door henzelven verzamelde voorwerpen kunnen blijken.

De laatste schrijver, dien wij gelegenheid hadden te raadplegen, was P. A. KARSTEN, wiens tweede deel der *Mycologia Fennica* in 1873 het licht zag. In dit werk vinden wij het geslacht *Ascospora* even min genoemd als bij COOKE, doch *Asc. Solidaginis*, *brunneola* en *Asteroma* als even zoo vele *Sphaerella's* beschreven. Dat KARSTEN hiertoe meer recht had dan een zijner voorgangers, kunnen wij voor de laatste soorten toegeven, op grond dat het hem gelukt was, de perithecia eener *Sphaerella* op dezelfde wankleurige vlekken te vinden, waarop men anders gewoonlijk de perithecia eener *Ascospora* aantreft. Ten opzichte van *Asc. Solidaginis* evenwel, handelde hij minder voorzichtig, omdat hij, na enkel de perithecia van *Septoria Virgaureae* gevonden te hebben, op FUCKEL's mededeeling vertrouwde, en diens op *Cladosporium heteronemum* toepasselijke woorden overnam, alsof ze voor eene ware *Sphaerella* gegolden hadden.

Uit al het bovenstaande, komen wij tot het volgend overzicht, waarin de plaats, aan het geslacht *Ascospora* door ver-

schillende auteurs in het Systeem der Fungi aangewezen, naar tijdsorde staat opgeteekend, en tevens te zien is, uit welke bronnen wij geput hebben.

ASCOSPORA

WERD DOOR DE HIERONDER GENOEMDE AUTEURS ACHTEREENVOLGENS GEBRACHT TOT OF VERWARD MET DE VOLGENDE GESLACHTEN.

Namen der auteurs.	Titels hunner geschriften.	Jaartal der uitgave.	Namen waaronder de Ascospora's vermeld werden.
E. FRIES.	Syst. Mycol. II, p. 523—526.	1823	Sphaeria.
E. FRIES.	Plantae homonemeae, p. 112.	1825	Ascospora.
F. F. CHEVALIER.	Flore générale des environs de Paris. I, p. 462.	1826	Sphaeria.
K. SPRENGEL. . .	Syst. Vegetabil., IV, p. 405.	1827	Sphaeria.
J. E. DUBY . . .	Botanicon Gallicum, II, p. 710—711.	1830	Sphaeria.
J. B. H. J. DESMAZIÈRES. . . .	Cryptogames de France, 1e S., 1e Ed., N°. 616.	1833	Septoria.
M. J. BERKELEY .	The English Flora, V, p. 279.	1836	Sphaeria.
S. ENDLICHER . . .	Genera Plantarum, p. 32.	1836	Ascospora.
A. C. J. CORDA .	Anleit. zum Stud. der Mycol., p. 126.	1842	Ascospora.

Namen der auteurs.	Titels hunner geschriften.	Jaartal der uitgave.	Namen waaronder de Ascospora's vermeld werden.
A. C. J. CORDA .	Icones Fungorum, V, p. 30.	1842	Ascospora.
L. RABENHORST .	Kryptogamen-Flora, p. 580.	1844	Sphaeria.
E. FRIES.	Summa Vegetab. Scandin., II, p. 425.	1846	Ascospora.
C. MONTAGNE. . .	Ann. des Sc. nat. 3e S., XI, p. 46—47.	1849	Septoria.
H. F. BONORDEN .	Handb. der allg. Mycologie, p. 63.	1851	Dothidea.
C. MONTAGNE. . .	Sylloge Gener. et Specier. Cryptogam., p. 274—276.	1856	Septoria.
R. CASPARY . . .	RABENHORST, Herb. Myc. Klotzsch. Ed. II, N°. 551.	1857	Septoria.
M. J. BERKELEY .	Outlines of Brit. Fungology, p. 401.	1860	Sphaeria.
L. R. et C. TULASNE. . . .	Selecta Fung. Carpol., II, p. 286.	1863	Stigmatea (pycnidia vel spermogonia).
H. F. BONORDEN .	Abhandl. aus dem Geb der Myc., p. 149.	1864	Sphaeria (Cryptospora ditopa b. minor?).

Namen der auteurs.	Titels hunner geschriften.	Jaartal der uitgave.	Namen waaronder de Ascospora's vermeld werden.
J. J. KICKX . . .	Flore Crypt. des Flandres I, p.427,358, 359.	1867	Septoria (Ascospora Aegopodii), Sphaeria (Asc. carpinea), Sphaeria [Spermogonium] (Ascospora Ostruthii).
L. FUCKEL. . . .	Symbolae mycol. p. 94 en 2er Nachtrag. p. 19.	1869 1873	Ascospora (Ascospora cruenta en brunneola); Sphaerella (Asc. carpinea); Septoria (Asc. Aegopodii); Gloeosporium (Asc. Pisi); Asteroma en Sphaerella (Asc. Asteroma); Septoria en Cladosporium (Asc. Solidaginis); Asteroma en Sphaerella (Asc. Mali); Zythia (Asc. Dentariae); Melampsorae cuj. status stylosp. (Asc. Scolopendrii).
M. C. COOKE. . .	Handbook of Brit. Fungi, p. 915 et 921.	1871	Sphaerella.
J. S. POÈTSCH en K. B. SCHIEDERMAYER.	Syst. Aufz. der im Erzh. Oesterr. o. d. E. beob. Krypt. p. 142.	1872	Ascospora (Asc. cruenta); Septoria (Asc. Aegopodii).

Namen der auteurs.	Titels hunner geschriften.	Jaartal der uitgave.	Namen waaronder de Ascospora's vermeld werden.
F. DE THÜMEN. .	Fungi Austriaci, N°. 148, 149,150,242, 657, 870.	1871—1874	Ascospora (Asc. cruenta en brunneola); Septoria (Asc. Aegopodii); Asteroma Mali en Sphaerella inaequalis (Asc. Mali); Melampsorae areolatae status stylospor. (Asc. pulverulenta) *).
OHMÜLLER. . . .	Verz. der Pilze in Bayern, p. 35.	1874	Van de door OHMÜLLER genoemde fungi valt, bij 't gemis van beschrijvingen en voorwerpen, niets te zeggen.
P. A. KARSTEN. .	Mycologia Fennica, II, p. 180, 181.	1873	Sphaerella.
G VON NIESSL.	RABENHORST'S Fungi Eur. N°. 1939.	1875	Sphaerella cum ejus statu stylosporifero (Asc. microscopica).

Uit deze tabel laat zich, in verband met al het voorgaande, de volgende afleiden, die aangeeft, welke auteurs aan het geslacht *Ascospora* asci hebben toegeschreven, en welke niet.

*) N°. 150 (*Asc. Solidaginis*) heb ik niet kunnen onderzoeken, omdat ik de verzameling van DE THÜMEN slechts van af de 7e afl. bezit. De nummers der eerste 6 afl. die ik wèl onderzocht, waren mij door den auteur ten geschenke gegeven.

Asci werden aan *Ascospora* toegekend door:	Asci werden aan *Ascospora* niet toegekend door:
FRIES, A⁰. 1823, 1825.	DESMAZIÈRES.
SPRENGEL.	CORDA.
CHEVALIER.	FRIES, A⁰. 1846.
DUBY.	MONTAGNE.
ENDLICHER.	CASPARY.
BONORDEN.	TULASNE.
RABENHORST.	KICKX (voor *A. Aegopodii* en *Ostruthii*).
BERKELEY.	
KICKX (voor *A. carpinea*).	
FUCKEL.	
COOKE.	
POETSCH.	
DE THÜMEN.	
KARSTEN.	
VON NIESSL.	

Het oogenblik is thans gekomen om onze eigen denkbeelden betreffende den aard van het geslacht *Ascospora* voor te dragen, en daaruit de verklaring te zoeken van het wijfelen onzer voorgangers, en het verschil in opvatting, 't welk uit hunne mededeelingen aangaande dit onderwerp spreekt.

De beste weg, die tot de oplossing van het vraagstuk voeren kon, was, meende ik, deze: den Hoogleeraar FRIES te Upsal eenige soorten van *Ascospora*, en in de eerste plaats een blad van *Aegopodium Podagraria*, met den daarop parasiteerenden fungus (*Ascospora Aegopodii* FR.), dien hij als type van het geslacht wenschte aangemerkt te zien, te vragen. Tot mijne spijt echter, was de Nestor der mycologen niet in de mogelijkheid, aan mijn verzoek te voldoen. Hij deelde mij echter mede, dat KUNZE's afbeelding (*Mycol.* Hefte, II, pl. I, fig. 1 en 1 a) nog altijd eene juiste voorstelling gaf van hetgeen hij onder *Ascospora Aegopodii* wenschte verstaan te hebben.

Onder deze omstandigheden, bleef mij niets anders over als te trachten, mijn doel langs een omweg te bereiken, en zoo

wendde ik mij dan allereerst tot de 118e figuur in het 4e stuk van CORDA's *Icones Fungorum*, volgens FRIES (*Summa Veg. Scand.* p. 425) eene getrouwe afbeelding zijner *Ascospora Ostruthii.* CORDA noemde dien fungus in den text zijner *Icones* (p. 41), *Sphaeria Ostruthii*, zooals FRIES hem vroeger (*Obs. Myc.* I, p. 174 en *Syst. Myc.* II, p. 526 *) geheeten had, en gaf er de volgende beschrijving van, voor ons van te meer gewicht, omdat wij er uit vernemen, dat zij, evenals de afbeelding, ontworpen werd naar exemplaren, door FRIES zelven in zijne *Scleromycetes Sueciae* uitgegeven. De beschrijving luidt als volgt: „Wir haben hier Exemplare der Scleromycetes Sueciae abgebildet, welche unseren vollkommen gleichen, und eben so wenig eine Fruchtbildung zeigen. Mehrere Maschen des Adernetzes des Blattes sind bräunlich geworden und frisch grau bereift, und einzelne Stellen dieser Verfärbung sind fast schwarz. In diesen Flecken sitzen die Perithecien gesellig, auf den dunkleren Stellen gedrängter als auf den lichteren. Sie sind rund, gewölbt, braunschwarz, und später in der Mitte durchbohrt. Im Durchschnitte bilden sie längliche, rundliche oder eckigte, braune, die Oberhaut des Blattes überragende Perithecien, deren wenige eine wahre Höhle haben, die meisten aber völlig dicht sind. Ich habe keine Früchte an allen von mir untersuchten Stücken finden können, obgleich die vorhandene Höhle einiger Perithecien darauf hinweist. Die Perithecie selbst besteht aus einer zelligen Haut, wo zwischen den beiden hellen strukturlosen und durchsichtigen Oberhautlagen kleine, starkwandige braune und sehr regelmässige sechsseitige Zellen eingeschlossen liegen, welche oft kleine Körnchengruppen enthalten."

Genoemde *Ascospora Ostruhii* werd wel is waar door FRIES en CORDA beiden op *Imperatoria Ostruthium*, eene aan onze flora vreemde plant, aangetroffen maar groeit, volgens bevoegde beoordeelaren, zooals BERKELEY, COOKE, KICKX en anderen, toch ook op de bladen der aan die Umbellifera zeer na verwante en bij ons algemeene *Angelica sylvestris*. Ikzelf vond dien fungus

*) De diagnose, aldaar van den fungus te vinden, luidt: „Hypophylla, aggregata, peritheciis globosis, minimis, astomis, atris, e crustula determinata grisea emergentibus.

daarop meer dan eens, en was dan ook in de gelegenheid, hem te onderzoeken en de ondervinding op te doen, dat zoowel de kortere beschrijving van FRIES als de langere van CORDA volkomen op mijne exemplaren toepasselijk waren.

Evenmin als andere auteurs in hun vaderland, trof ik ooit in Nederland een exemplaar van den fungus in rijpen, d. i. met sporen gevulden toestand aan. Standvastig bestond elk perithecium uit een pseudoparenchym van veelhoekige cellen, maar die, hoe meer naar buiten, des te grooter, vaster en bruiner, hoe meer naar binnen daarentegen, des te kleiner, teederder en kleurloozer werden, zonder dat ergens eene scherpe grens tusschen de beide lagen te vinden was. Een inhoud van eene fijnkorrelige stof werd alleen in de meer naar binnen gelegen, niet in de allerbuitenste cellen aangetroffen. Opmerkenswaardig kwam het mij voor, dat de kleurlooze cellen, zoo lang zij slechts met alcohol in aanraking waren, den gewonen parenchymatischen bouw bleven vertoonen, doch, bij de toevoeging van water of verdund glycerine, begonnen te zwellen en zoodanige veranderingen ondergingen, als bij weefsels, welker celwanden geheel of gedeeltelijk in bassorine zijn omgezet, gewoonlijk worden aangetroffen. Waren nu, door de eene of andere omstandigheid, b. v. door te sterke drukking en de gelijktijdige toevoeging van veel water, sommige centrale cellen weggespoeld, dan ontdekte ik, evenals CORDA, eene centrale holte, zonder dat ik daaruit echter, zooals hij, het besluit meende te mogen trekken, dat het onderwerpelijke perithecium ware sporen gevormd, doch ze ook weder verloren had. Inderdaad konde er, bij de talrijke dunne doorsneden, die ik onderzocht, nooit van spore-vorming sprake zijn. Nergens vond ik ook slechts den schijn van eene in radiale richting naar 't midden convergeerende rangschikking van samenstellende elementen, nergens sterigmata of basidiën, nergens een hymenium, nergens eene, zij het ook nog zoo kleine, in den beginne reeds aanwezige holte; maar altijd een gesloten geheel van polyedrische cellen, 't welk het meest geleek op dat, wat men bij sclerotia pleegt aan te treffen.

Verspreide perithecia wisselden bij mijne exemplaren, evenals bij die van CORDA, soms af met andere, die, dichter bij elkan-

der geplaatst, in een gemeenschappelijk stroma gedoken schenen. Op doorsneden in verschillende richtingen, bleek het dan, dat de bruine, veelcellige myceliumdraden, die het bladmoes in verschillende richtingen doorkruisten, in het 1e geval op ver van elkander verwijderde, in het 2e op zeer dicht bij elkander gelegen plaatsen, tot de vorming van perithecia waren overgegaan, en dat deze, in het laatste geval, over een groot gedeelte hunner oppervlakte ineengevloeid waren.

Eene ware opening was bij onbeleedigde perithecia nooit waar te nemen. Wel scheen zij soms aanwezig, maar bij een nader onderzoek bleek dan, dat men eenvoudig met den top des peritheciums te doen had, door welken de kleurlooze kern heenschemerde.

Daar nu uit de door CORDA gegeven en, blijkens de onderzoekingen van vele andere mycologen, juiste microscopische analyse van de door FRIES zelven verspreide exemplaren van *Ascospora Ostruthii*, en niet minder uit de door FRIES aan CORDA's opvatting gehechte goedkeuring blijkt, dat door den Zweedschen geleerde ook zoodanige organismen tot het geslacht *Ascospora* gerekend werden, die geene sporen voortbrachten en, onder gewone omstandigheden, zich als allerkleinste, op perithecia gelijkende, geheel uit een pseudoparenchymatisch weefsel gevormde kogeltjes voordeden, zoo bestaat er geene reden, denzelfden naam te weigeren aan andere dergelijke voortbrengselen, welke op de bladen van andere planten parasitisch worden voortgebracht. En, geeft men dit toe, dan kan niets ons beletten, de op *Ascospora Ostruthii* gelijkende kogeltjes, die op het blad van *Aegopodium Podagraria* aangetroffen worden, voor de *Ascospora Aegopodii* te houden, waarvan door FRIES allereerst gewag gemaakt, doch die sedert door niemand werd weêrgevonden.

Een bezwaar, 't welk tegen deze opvatting zoude kunnen worden in 't midden gebracht, is dit: dat KUNZE aan *Ascospora Aegopodii* het bezit van asci toekende, terwijl de door ons bedoelde organismen daarvan geen spoor bevatten. Doch hiertegen voeren wij aan: 1e dat de „asci" van KUNZE, blijkens zijne afbeelding, dien naam niet verdienen, maar, zooals FRIES zelf het later ook deed voorkomen, als sporen of cellen te beschouwen zijn, en 2e, dat het, op grond van de omstandigheid, dat

niemand na KUNZE ooit *Ascospora Aegopodii* schijnt wedergevonden te hebben, zoo goed als zeker is, dat in de *Mycologische Hefte* enkele cellen van de onrijpe kern der perithecia los werden afgebeeld, hoewel zij niet anders als in verbinding met elkander werden waargenomen. Immers moeten wij erkennen, dat de samenstellende deelen dier kernen, na eenigen tijd in water geweekt te hebben, soms werkelijk het uiterlijk van losse elementen aannemen, hoewel het toch niet gelukt, ze van elkander te scheiden. Naar onze opvatting, werd door FRIES aan de afbeelding van KUNZE, die deel uitmaakte van eene reeks van figuren, behoorende bij een opstel, getiteld: „Ueberblick der Anordnung der Kugelpilze", en dat uit niets anders als eene menigte namen bestond, zonder soortelijke diagnosen of beschrijvingen, te veel vertrouwen gehecht, te veel althans om den fungus van het *Aegopodium*-blad als type van het nieuwe geslacht *Ascospora* te kiezen, en deden andere soorten, bij welke, zooals wij gezien hebben, de centrale cellen zich van haar protoplastischen inhoud als van een kogel-, ei- of ovaalrond lichaampje ontlasten, overhellen tot het denkbeeld, dat KUNZE ze bij *Ascospora Aegopodii* ook wel zóó gezien zou hebben.

Eene andere oorzaak voor het vruchteloos zoeken naar *Ascospora Aegopodii*, buiten het niet terugvinden der „asci" van KUNZE, was zeer zeker ook hierin gelegen, dat, terwijl de zoogenoemde perithecia van *Ascospora Ostruthii* voor verre weg het grootste gedeelte gescheiden blijven, zoodat grootere korrels van twee of meer ineengevloeide tot de zeldzaamheden behooren, juist het tegenovergestelde op de bladen van *Aegopodium Podagraria* plaats heeft, waar doorgaans veel meer samengestelde dan enkelvoudige korrels worden aangetroffen. Daardoor toch moest de gedachte aan het geslacht *Dothidea* worden opgewekt, en kan het geene verwondering baren, dat bij FRIES en COOKE van eene *Dothidea Podagrariae*, en bij FUCKEL van eene *Phyllachora Aegopodii* gewag wordt gemaakt — overal echter met de bijvoeging, dat geene asci of sporen in het weefsel van den fungus, maar wel afzonderlijke „perithecia" tusschen de samengevloeide werden aangetroffen.

Anatomisch, bestaat er tusschen de vrije zoowel als tusschen de ineengevloeide „perithecia" van den fungus op het *Angelica*-

en dien op het *Aegopodium*-blad, geen verschil, al is het ook, dat de laatsten het in gemiddelde grootte van de eersten winnen.

Stellen wij dus vast, dat de ware *Ascospora Aegopodii* door ons is weêrgevonden, dan behoort tevens te worden erkend, dat zij, evenmin als *Ascospora Ostruthii*, voldoet aan den eisch, in de diagnose van het geslacht uitgedrukt: dien nl. van sporen voort te brengen — tenzij dan de in water opgezwollen cellen der kleurlooze kern daarvoor verkeerdelijk worden aangezien. Die erkentenis echter vordert, dat thans het verband tusschen de beide genoemde onvruchtbare organismen en andere meer ontwikkelde van dezelfde soort, zoo mogelijk, worde opgespoord.

Hiertoe brengen wij allereerst in herinnering, dat *Ascospora Aegopodii* altijd in gezelschap van een anderen fungus: *Dothidea Podagrariae* (= *Phyllachora Aegopodii*), op hetzelfde blad voorkomt, en verder, dat tusschen die beiden allerhande overgangen gevonden worden, zoodat alleenstaande korrels met dubbele of driedubbele, en deze weder met nog samengesteldere afwisselen, wél te kennen aan haar korstachtig voorkomen. Ook verdient opmerking, dat *Ascospora Ostruthii* hetzelfde, schoon aan minder afwisseling onderhevige, verschijnsel oplevert, en dat er tusschen de alleenstaande korrels en de onderdeelen der samengestelde, bij beide fungi, hoegenaamd geen anatomisch verschil bestaat.

Het denkbeeld, dat de genoemde *Ascospora's* "enkelvoudige *Dothidea's*" zijn, moet zich, onder deze omstandigheden, wel aan ons opdringen; en, dat wij recht hebben dezen titel te gebruiken, blijkt uit de eigen woorden van FRIES, te vinden in de 2e noot aan den voet van blz. 386 zijner *Summa Veg. Scand.*, waar wij lezen: "Omnes species [*Dothideae*] simplices nunc distinguo (Cfr. *Stigmatea*)."

Maar, zoo hooren wij vragen, zijn er dan ook onvruchtbare *Dothideae compositae* bekend, dewijl, zonder dat, de door ons in 't licht gestelde verwantschap nog niet boven alle bedenking verheven zou zijn. Hierop echter kan toestemmend geantwoord worden. Zoo worden *Dothidea Ulmi* en *Dothidea betulina*, bij den naderenden winter, op de gele Ype- en Beukebladen, nooit anders als onvruchtbaar, en eerst in 't volgende voorjaar, nadat

die bladen bijna geheel in vermolming zijn overgegaan, met asci in de perithecia aangetroffen; en even zoo vinden wij in mycologische werken van *Dothidea* of *Phyllachora Heraclei*, *Trifolii*, *Caricis*, *gangraena*, *Morthieri*, als van soorten gewag gemaakt, welke tot hiertoe enkel in onvruchtbaren staat werden aangetroffen, en is het aan geen twijfel onderworpen, dat alle vruchtbare *Dothideae* het tijdperk der onvruchtbaarheid doorloopen, waarop vele andere een geruimen tijd blijven staan.

Onderzoekt men nu eene onvruchtbare *Dothidea Ulmi* of *betulina*, bij niet lang geleden afgevallen Ype- of Berkebladen, mikroskopisch, dan vindt men er volkomen denzelfden bouw in terug, die *Dothidea Podagrariae* of ineengevloeide korrels op het *Angelica*-blad ons vertoonen: een stroma van veelhoekige parenchymcellen, met holten waarin kleurlooze kernen gedoken liggen, welker samenstellende elementen zich daardoor onderscheiden, dat hare wanden, met water in aanraking gebracht, sterk beginnen te zwellen, en, met den gedeeltelijk naar buiten puilenden inhoud, een glanzig voorkomen aannemen.

Er kan dus, zooals wij zien, hoegenaamd geen bezwaar in bestaan, *Ascospora Ostruthii* en *Ascospora Aegopodii* als *Dothideae simplices*, of, volgens FRIE's latere voorstelling, als soorten van *Stigmatea* te beschouwen, maar als soorten, wier kern, ook zelfs bij den naderenden winter, geene acsi heeft voortgebracht. Dat die kern, in het eerst aanbrekende voorjaar, deze organen werkelijk bevatten zal, daaromtrent kan — wij leeren zulks uit den levensloop van *Dothidea Ulmi* en *betulina* — geen twijfel gevoed worden; tot nog toe echter heeft men ze, door niet naar de vermolmde *Angelica*- en *Aegopodium*-bladen te zoeken, niet gevonden.

De diagnose van het geslacht *Stigmatea* luidt bij FRIES als volgt: „Perithecia globosa, atra, innato-prominula nucleo firmo (albo) astomo, demum ore subrotundo dehiscente. Asci subtetraspori. *In foliis vivis.*" Vergelijken wij hiermede de eigenschappen onzer twee *Dothideae simplices*, dan moeten wij erkennen, dat beide volmaakt op elkander passen, met dit verschil natuurlijk, dat de laatsten op de groene bladen geene asci voortbrengen en ook niet in 't bezit zijn van een mond, hoewel een tamelijk doorschijnend plekje aan het hoogste gedeelte der

perithecia *) doet vermoeden, waar die opening later te voorschijn zal komen.

Nog eene andere reden om aan de verwantschap tusschen de *Stigmatea*'s en deze twee *Dothideae simplices* te gelooven, bestaat in de overeenkomst in eigenschappen tusschen de sporen der eersten en die der *Dothideae compositae*, en niet minder in de omstandigheid: 1°, dat de bruine myceliumdraden, zoowel bij *Stigmatea* als bij *Ascospora Aegopodii* en *Ostruthii*, de kleur en de vastheid van het weefsel, waarin of waaronder de perithecia gedoken liggen, aanmerkelijk wijzigen, doordien zij in de cellen binnendringen en daarin weldra een pseudoparenchym doen ontstaan, en 2°, dat de wand der rijpe en met asci gevulde *Stigmateae* altijd uit meer dan ééne laag bruine cellen bestaat, als werd daardoor aangeduid, dat hier nog altijd een, zij het ook in zijne ontwikkeling zeer teruggedrongen stroma aanwezig is.

Mochten dus *Ascospora Aegopodii* en *Ostruthii* van nu af naar het geslacht *Stigmatea* overgebracht worden dan zouden de woorden „in foliis vivis" uit de diagnose van dit laatste moeten wegvallen, zooals trouwens ook de term „asci subtetraspori" in dien van „asci 8—spori" zou behooren veranderd te worden.

Uit onze stelling, dat *Ascospora Ostruthii* en *Asc. Aegopodii* — waarvan deze, door FRIES als typische soort aangemerkt, door ons werd wedergevonden; gene naar voorwerpen, van FRIES zelven afkomstig, beschreven en afgebeeld ter onzer kennis kwam — als onrijpe *Stigmateae* te beschouwen zijn, volgt noodzakelijk, dat ook de overige, door FRIES en FUCKEL genoemde soorten van *Ascospora* aan de eischen eener onrijpe *Stigmatea* zullen moeten voldoen, om onder hetzelfde geslacht eene plaats te kunnen vinden.

Welke die eischen zijn, moge hier nog eens kortelijk vermeld worden, om dan des te gemakkelijker tot een juist oordeel in het aanhangige vraagstuk te geraken.

Voorop dan wordt gesteld, dat de draden van het mycelium

*) Van perithecia mag men eigenlijk bij de *Dothideae simplices* evenmin spreken als bij de *D. compositae*. Kent men aan deze een veelkernig stroma toe, bij gene zoude men van éénkernig moeten gewagen.

een meer of minder dicht net van draden behooren te vormen, 't welk zich óf als eene wankleurige vlek, óf als eene soort van korst voordoet, aan welker vorming natuurlijk ook de weefsel-elementen van het blad zelf deel hebben; 2° dat er op dit mycelium-bed geene perithecia, maar éénkernige, op perithecia gelijkende stromata moeten ontstaan; 3° dat de kern zelve uit nauwkeurig aan elkander passende cellen behoort gevormd te zijn; 4° dat er aan de eenkernige stromata geen ostium, d. i. geene opening te vinden mag wezen, als aanduiding van den weg, langs welken een gedeelte van den inhoud zich zou kunnen ontlasten.

Onder deze kenmerken behoeft het tweede eenige nadere toelichting. Hoe kan men nl. weten, of een klein rond kogeltje, 't welk door myceliumdraden gedragen wordt, als perithecium, dan wel als eenkernig stroma behoort aangemerkt te worden? — Het antwoord op die vraag echter luidt aldus: dat de ware perithecia, waarmede de *Stigmateae* verwisseld zouden kunnen worden, altijd slechts ééne, de op perithecia gelijkende éénkernige stromata daarentegen altijd twee of meer lagen bruine cellen rondom de kern doen waarnemen; eene bijzonderheid, waardoor, zooals wij zulks reeds vroeger deden opmerken, als ware het, te kennen wordt gegeven, dat de wand der *Dothideae simplices* nog iets van het stroma der *Dothideae compositae* heeft overgehouden.

Toetsen wij nu aan deze gegevens de overige, door FRIES in zijne *Summa Veg. Sc.* genoemde Ascosporen, waarover wij beschikken konden: *A. brunneola* (DESM. *Cr. de Fr.*, 1e S., 1e Ed., n° 986; RAB. *Herb. Myc.* II, n° 660; RAB. *Fungi Eur.* n° 1854; FUCKEL *Fungi Rhen.* n° 467), *A. Asteroma* (FUCKEL *Fungi Rhen.* n° 470) en *A. carpinea* (DESM. *Cr. de Fr.* 1e S., 1e Ed., n° 98; RAB. *Fungi Eur.* n° 365; FUCKEL *Fungi Rhen.* n° 466), dan blijkt het, dat zij geen van allen tot het geslacht *Stigmatea* kunnen behooren, daar zij wel aan de onder n° 1, 3 en 4, doch niet aan de sub 2 gestelde eischen voldoen. Om de kleurlooze kern ligt slechts ééne laag steviger bruine cellen, die, zonder eenigen overgang in kleur, terstond aan de anderen grenst, en zich ook door een platteren vorm harer elementen onderscheidt.

Vergelijken wij nu den bouw der genoemde Ascosporen met dien van andere bladbewonende fungi, dan zijn er geene, die er dichter bij komen dan de soorten van het geslacht *Sphaerella*. Ook bij deze hebben de perithecia een bruinen helderen wand van slechts ééne cel dik, en ontspringen die organen niet zelden uit een meer of minder dicht net van myceliumdraden, terwijl zij zich ten laatste aan het hoogste gedeelte eenvoudig openen, zonder aldaar, zooals hooger bewerktuigde Pyrenomyceten, in 't bezit van een tepel- of snavelvormig verlengstuk te zijn. De meeste *Sphaerella*'s echter zijn óf vóór, óf gedurende het verwelken der bladen reeds van asci voorzien, terwijl de hierboven genoemde, op verwelkte bladen verzameld, daarvan nog niets deden bespeuren. Daarom kan het, meen ik, niet betwijfeld worden, of *Ascospora brunneola*, *Asc. Asteroma* en *Asc. carpinea* zijn onrijpe toestanden van even zoo vele *Sphaerella's*, en behooren voortaan onder dat hoofd vermeld te worden, zonder er nogtans aan te denken, dat zij op gelijke lijn te stellen zouden zijn met pycnidiën.

In overeenstemming met deze gevolgtrekking is het feit, dat KARSTEN (*Mycologia Fennica*, II, p. 180 en 181), zoowel op de bladen van *Convallaria majalis* als van *Convallaria Polygonatum*, op dezelfde wankleurige plekken, die tot verblijfplaats dienen aan *Ascospora brunneola* en *Asc. Asteroma*, bij gene in het voorjaar, bij deze in de maanden Juni en Juli, de met rijpe asci en sporen gevulde perithecia eener *Sphaerella* aantrof, zoodat wij ons dan ook volstrekt niet kunnen verwonderen, dat de genoemde *Ascospora's* door hem onder dat geslacht werden ingedeeld. Ook FUCKEL maakte in zijne *Symbolae* (p. 94) van eene *Sphaerella* op de bladen van *Convallaria Polygonatum* gewag, maar beging de fout, deze niet als eene soort van dit geslacht, maar als den ascusdragenden vorm van *Ascospora Asteroma* aan te merken. Op grond dat FRIES, aan al wat hij met den naam van *Ascospora* bestempeld had, het bezit van asci niet wenschte toegekend te zien, kon die opvatting nooit worden goedgekeurd, en dit was dan ook de reden, die ons vroeger aanleiding gaf er op te wijzen, dat FUCKEL de juiste beteekenis van *Ascospora Asteroma* niet begrepen had.

Ook op KARSTEN's voorstelling valt ééne aanmerking te ma-

ken. Het is nl. onjuist om, zooals hij zulks deed, *Ascospora Asteroma* FR. en *Ascospora brunneola* FR. onder de synoniemen: gene van *Sphaerella Asteroma*, deze van *Sphaerella brunneola* te rangschikken. Beide Ascosporen zijn niets als *onrijpe* toestanden van den hooger bewerktuigden fungus. Door de zaak op deze wijze voor te stellen, wordt de duidelijkheid bevorderd, op elke andere echter te kort gedaan.

De vraag of *Asteroma subradians*, zooals FUCKEL wil (*Symb.* p. 94), als de conidiënvorm van *Ascospora brunneola* — in rijpen staat — *Sphaerella brunneola* — beschouwd mag worden, is, dunkt mij, niet moeilijk te beantwoorden. Daar FRIES in zijne *Summa Veg. Sc.*, p. 424, zelf getuigt, dat zijne *Asteroma*'s niets anders zijn als *Ascospora*'s met een stervormig uitgespreid mycelium — fungi dus, die eveneens in 't bezit van een perithecium kunnen zijn, maar met eene onrijpe kern — zoo is het wel niet anders mogelijk als dat denkbeeld af te wijzen. KARSTEN noemt *Asteroma subradians* dan ook synoniem met *Ascospora brunneola*, eene opvatting, welke meer met de werkelijkheid overeenstemt, doch in elk geval, wegens de bijzondere rangschikking der myceliumdraden bij de eerste, nog eenig nader onderzoek vereischen zou.

Even gewaagd mag het, naar onze opvatting, genoemd worden, *Asteroma* of *Combosira reticulatum* den fungus spermogoniferus te noemen van *Ascospora* of *Sphaerella Asteroma*, zooals FUCKEL en KARSTEN beiden gedaan hebben. Behalve dat ook hier het oordeel van FRIES deze samenkoppeling niet gunstig is, dient wel in het oog gehouden te worden: 1° dat niemand de spermatiën van *Asteroma reticulatum* ooit gezien heeft, en 2° dat de kleurlooze kern der perithecia van dien fungus, bij een mikroskopisch onderzoek, evenals die van onrijpe Sphaerellen en Stigmatea's, uit kleine veelhoekige cellen, en geenszins uit elementen blijkt te bestaan, zoodanig gerangschikt, als men zulks bij toekomstige spermogoniën pleegt aan te treffen.

Werden, voor zoo ver mij bekend is, perithecia met rijpe asci en sporen te midden der bruine vlekken van *Ascospora brunneola* en *Asc. Asteroma*, enkel aangetroffen door KARSTEN, anders was zulks het geval met *Ascospora carpinea*, van welker

ascusdragende perithecia FUCKEL, AUERSWALD, COOKE en meer andere schrijvers gewagen. Uit de omstamstigheid, dat men op Haagbeukbladen, in het najaar, op dezelfde zwarte vlekken, onrijpe en rijpe perithecia in elkanders onmiddellijke nabijheid aantreft, schijnt mij de onderstelling niet te gewaagd, dat zij bij elkander behooren, en zou dus ook hier een als zelfstandige soort beschreven vorm *(Ascospora carpinea)* van een hoogeren fungus *(Sphaerella carpinea)*, uit de rij der soorten geschrapt moeten worden.

Dat *Ascospora cruenta* FUCK. evenmin als andere Ascosporen het recht heeft, als zelfstandige soort eene plaats in het systema mycologicum in te nemen, hebben wij vroeger reeds breedvoerig aangetoond. Hier kan nog slechts de vraag te berde komen, naar welk geslacht die zoogenoemde soort zou behooren te worden overgebracht. Het antwoord daarop luidt: naar *Stigmatea*, op grond dat de wand der perithecia uit een drietal en niet uit ééne laag vastere bruine cellen bestaat, zooals bij *Sphaerella*. Toch blijft het opmerkenswaardig, dat de protoplastische inhoud der kerncellen bij *Ascospora cruenta*, op dunne doorsneden, onder den invloed van water, zoo gemakkelijk ontsnapt, en het denkbeeld, alsof de gansche kern uit enkel sporen bestond, daardoor zeer op den voorgrond komt. Ik moet echter doen opmerken, dat die endoplasmen nooit uit gave perithecia voor den dag komen, zoodat mag worden aangenomen, dat het uitstooten daarvan, in welk tijdperk van ontwikkeling ook, niet tot de normale levensverschijnselen van den fungus behoort.

Ten opzichte van *Ascospora Mali* nog een enkel woord Men zou zich nl. kunnen verwonderen, dat wij dezen fungus, aan het einde van dit opstel, nu ook geene plaats onder de *Sphaerella*'s aanwijzen, op grond dat FUCKEL en DE THÜMEN beiden ascusdragende perithecia op de bladen van den Appel, soms zelfs op de daar niet zelden voorkomende wankleurige vlekken hebben aangetroffen. Men gelieve echter te bedenken: 1°. dat de ascusdragende perithecia van FUCKEL (*Symb*. p. 95) en DE THÜMEN geheel verschillende organismen zijn, zoodat al dadelijk de vraag zoude rijzen, wiens perithecia als de ware zouden behooren beschouwd te worden, en 2°. dat er onderscheidene *Sphaerella*'s op het Appelblad zijn waargenomen,

zonder dat gebleken is of eene daarvan, en zoo ja welke, in een genetisch verband tot de *Asteroma-* of *Ascospora*-vlekken behoort gebracht te worden. Alleen door voortgezette waarneming kan hier 't gewenschte licht verkregen worden.

Ten slotte nog de opmerking, dat wij ons het rijpen der *Stigmatea-* en *Sphaerella*-peritheciën aldus voorstellen, dat het pseudoparenchym, waarmeê die organen in onrijpen staat gevuld zijn, langzamerhand door asci en paraphysen, uit vroeger latente vruchtbare hyphen ontsproten, verdrongen worden. De omstandigheid, dat de onrijpe veelkernige stromata van *Dothidea Ulmi*, welke een winter óver in vochtigen humus bewaard werden, op dezelfde plaatsen waar vroeger niets als pseudoparenchym was waar te nemen, eindelijk met sporehoudende asci blijken gevuld te zijn, geeft aan die onderstelling een krachtigen steun.

Uit al het bovenstaande meen ik deze gevolgtrekkingen te mogen afleiden:

1° De aard en de beteekenis van het geslacht *Ascospora* FR. waren tot op heden raadselachtig gebleven, zoodat een onderzoek, strekkende om den daaromtrent heerschenden twijfel op te lossen, dringend gevorderd werd.

2° De soorten van *Ascospora* mogen niet langer als zelfstandige (FRIES, CASPARY, FUCKEL, POETSCH, DE THÜMEN, OHMÜLLER, VON NIESSL), of als de spermogonia of pycnidia van andere fungi (TULASNE, KICKX) beschouwd worden, maar zijn de onrijpe toestanden van andere fungi uit de klasse der Pyrenomyceten.

3° Onder de door FRIES in zijne *Summa Vegetabilium Scandinaviae* genoemde soorten van *Ascospora*, schuilen de onrijpe toestanden van twee verschillende geslachten: STIGMATEA (*Ascospora Ostruthii* en *Asc. Aegopodii*) en SPHAERELLA (*Asc. brunneola*, *Asc. Asteroma* en *Asc. carpinea* *)

4° Het onderscheid tusschen de geslachten *Stigmatea* en *Sphaerella* bestaat hierin, dat de perithecia van het eerste (eigenlijk éénkernige stromata eener Dothidea simplex) een

---

*) De overige aldaar genoemde soorten: *Asc. Spinaciae* en *Solidaginis* had ik de gelegenheid niet, te onderzoeken.

donkerbruinen wand van twee of meer, die van het laatste een lichterbruinen wand van slechts ééne cel dikte hebben.

5° Van de door FUCKEL in zijne *Symbolae Mycologicae* en hare vervolgen genoemde 10 soorten van *Ascospora*, behooren er 3 (*Asc. brunneola*, *Asc. carpinea* en *Asc. Asteroma*) tot het geslacht *Sphaerella*, en 1 (*Asc. cruenta*) tot het geslacht *Stigmatea*. De 6 overige werden als volgt verwisseld:

Ascospora Aegopodii met *Septoria Aegopodii* DESM.

〃 *Solidaginis* met *Cladosporium heteronemum* (DESM.) OUD.

〃 *Mali* met eene der op het Appelblad groeiende soorten van *Sphaerella*.

〃 *Dentariae* met *Zythia Dentariae*.

〃 *Scolopendrii* met den *Uredo*-vorm eener soort van *Melampsora*.

〃 *Pisi* met *Gloeosporium Pisi* OUD. (= *Ascochyta* LIB.).

6° De door FUCKEL bij *Ascospora Dentariae* gevonden asci (door andere schrijvers sporen geheeten) zijn noch asci, noch sporen, maar de endoplasmen der meest in het midden gelegen kerncellen, welke, onder den invloed van water en ten gevolge eener bassorine-metamorphose der celwanden, als rondachtige lichaampjes naar buiten gedreven kunnen worden.

7° *Ascospora pulverulenta* RIESS is eene Uredinee, en wel, volgens MAGNUS, de *Uredo*-vorm van *Melampsora* of *Thekospora areolata* MAGN.

8° *Ascospora microscopica* V. NIESSL bestaat gedeeltelijk uit de perithecia eener *Sphaerella* en gedeeltelijk uit organismen, door dien auteur zelven voor stylosporen van de eene of andere *Sphaerella* gehouden.

9° *Sphaeria Aegopodii* P. is dezelfde fungus als *Septoria Aegopodii* DESM., maar geenszins de *Ascospora Aegopodii* FR.

10° Het is zeer aan te bevelen, geene organen met den naam van asci, sporen, pycnidiën of spermatiën te bestempelen, dan waarvan men de wijze van ontstaan, in de perithecia waarin zij zijn opgesloten, heeft leeren kennen.

RAPPORT

VAN DE HEEREN

J. VAN GEUNS, J. ZEEMAN EN T. PLACE

OVER DEN INVLOED VAN DE DROOGMAKING VAN HET ZUIDELIJK GEDEELTE DER ZUIDERZEE OP DEN GEZONDHEIDSTOESTAND DER AANGRENZENDE GEWESTEN.



Aan de Natuurkundige Afdeeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen werd door Zijne Excellentie den Minister van Binnenlandsche Zaken, bij missive van 12 Augustus 1875 N°. L. K. afdeeling III Waterstaat, het onderzoek opgedragen der vraag, *of van de droogmaking van het zuidelijk gedeelte der Zuiderzee voor een lang tijdsverloop eene nadeelige terugwerking te duchten is, althans op de gezondheid ook in de aangrenzende gewesten,* dewijl in den Raad van State, naar aanleiding van hetgeen op dit punt door de Staats-Commissie was medegedeeld, hieromtrent bedenkingen gerezen waren. In het Rapport van genoemde Staats-Commissie was de invloed der droogmaking op den algemeenen gezondheidstoestand besproken: in de Bijlagen vindt men de Rapporten van de geneeskundige Inspecteurs in de aangrenzende provinciën Overijssel en Drenthe, in Noord-Holland, en in Gelderland en Utrecht. Het Rapport van de Inspecteurs voor het geneeskundig Staatstoezigt voor de provinciën Noord-Holland, Overijssel en Drenthe, (van de H.H. PENN en LUBACH) is in hoofdzaak in het Rapport der Commissie opgenomen, waardoor zij geacht kan worden haar zegel daaraan te hechten. „Naar het oordeel van den Raad van State is hetgeen in het „Rapport der Staats-Commissie voorkomt omtrent de mogelijk„heid, dat de schadelijke uitwasemingen der nieuwe gronden, „liggende tusschen nagenoeg het gansche noordelijke gedeelte

"des Rijks, over eene zoo groote uitgebreidheid, welligt zeer "lang nadeelige terugwerking kunnen hebben, althans op de ge"zondheid ook der aangrenzende gewesten, juist voldoende, om "op het groot gewigt van dit punt de aandacht te vestigen, "en de noodzakelijkheid van een nader onderzoek te wettigen."

Het oordeel der Academie wordt dus gevraagd: *in hoeverre er gevaar uit de schadelijke uitwaseming voor de gezondheid der bewoners van de aangrenzende gewesten te duchten is, en wel of dat te duchten is over een zeer lang tijdsverloop.*

De schadelijkheid der uitwasemingen op de plaats zelve wordt stilzwijgend erkend. Het ligt voor de hand, dat men bij dat gevaar voor aangrenzende gewesten, niet enkel het oog gehad heeft op den zoom, maar veeleer op een uitgebreid rayon, een goed gedeelte der provinciën, die de ontworpen droogmaking begrenzen.

Ten aanzien van het lange tijdsverloop is eene tweeledige opvatting mogelijk, men kan hier namelijk op het oog gehad hebben òf den langen duur der droogmaking, òf den langen duur der bedoelde terugwerking. Wij hebben gemeend op het laatste vooral de aandacht te moeten vestigen, daar wij van de onderstelling mogen uitgaan, dat de werken der droogmaking onder de leiding van bekwame mannen en naar een goed gevormd plan dus ingerigt zullen worden, dat de gronden slechts korten tijd in den staat zullen verkeeren, waarin de ontwikkeling van schadelijke uitwasemingen te vreezen is. Immers het zijn de uitwasemingen uit den vochtigen, drassigen bodem, met één woord de moerasuitwasemingen, onder den invloed van eene hooge temperatuur, waarvan het gevaar te duchten is.

Die eigenaardige werking heeft ten allen tijde de geneeskundigen gedrongen eene *meer bepaalde ziekte-oorzaak als product van den bodem (moerasgif)* aan te nemen. Naar de verschillende rigting, die in de geneeskunde en in de aanverwante natuurkundige wetenschappen heerschte, werd dat *gif* nu eens als eene specifieke ziekte-oorzaak (*miasma*) beschouwd, die in sommige opzigten met de *smetstoffen* te vergelijken is, doch zich daarvan onderscheidt door het gemis van het vermogen van reproductie in het menschelijk or-

ganisme; — dan eens als eene scheikundige verbinding, een of ander gas (moeras-gas), — of wel als eene fijn verdeelde, rottende stof van plantaardigen oorsprong, — terwijl in den jongsten tijd van vele zijden de stelling wordt verdedigd, dat men die stof veeleer als kiemen van plantaardige organismen te beschouwen heeft, zoodat dan ook thans door een goed deel der geneeskundigen de malaria-ziekten tot de infectie-ziekten gerekend worden. Het ontbreekt evenwel niet aan bestrijders van de leer eener specifieke oorzaak, die in plaats van zoodanig gif meer algemeene oorzaken ter verklaring van het ontstaan der koortsen, zooals eigenaardige veranderingen in de electriciteit der lucht, aannemen: terwijl anderen het verschil van de hooge temperatuur van den dag met de koude van den avond en den nacht, in verband met de vochtigheid van den dampkring, voldoende achten ter verklaring van het ontstaan der moeraskoortsen.

Dat men bij dit verschil van meeningen beter doet de verspreiding van een moerasgif, als oorzaak van de verbreiding der ziekte, niet tot grondslag zijner beschouwing omtrent de gevolgen van de droogmaking aan te nemen, ligt voor de hand. Wij wijzen opzettelijk daarop, omdat zoo ligt de voorstelling van eene uitstrooijing van verderfelijke zaden uit een bepaald punt, waar de moerasuitwasemingen ontstaan, zich op den voorgrond dringt bij de beoordeeling van het gevaar, dat nabij- en verder afgelegen plaatsen bedreigt.

Dat er eene oorzakelijke verhouding bestaat tusschen de malaria-ziekten en de gesteldheid van den bodem der streek waar zij heerschen, is een feit dat boven twijfel verheven is. De grenzen der epidemieën zijn door de eigenaardigheid van den bodem afgeteekend: die ziekten zijn aan de plaatselijke omstandigheden van den bodem gebonden; zoo ziet men, dat in ons land de hooggelegen zandstreken daarvan bevrijd blijven.

Maar hoe verhoudt zich nu de verspreiding der ziekten, uitgaande van eene plaats, waar de schadelijke invloeden in hooge mate aanwezig zijn, over eene streek, die wel vatbaar is voor malaria-ziekten, doch waar die invloeden op een gegeven tijd minder ontwikkeld zijn? De omstandigheid, dat men de verbreiding slechts kan gadeslaan in streken, die op zich zelve geschikt zijn tot ontwikkeling der schadelijke uitwasemingen,

maakt de beslissing hoogst moeijelijk. Het is bijv. mogelijk, dat rottige dampen bij de epidemie van 1826 in het spel waren, maar HAESER ging zeker te ver, toen hij in zijn *Lehrbuch der Geschichte der Medicin und der epidemischen Krankheiten*, Band II, p. 585 schreef: „Es wurden durch die Sturmfluth „von 3 Februar 1825 in Flandern, Holland, West- und Oost-„Friesland, Oldenburg u. s. w. viele Hunderte von Quadrat-„meilen in einen ungeheueren Morast verwandelt, von welchem „in dem heissen Sommer des nächsten Jahres faulige Dünste „im weitesten Umfange sich verbreiteten" ... en verder: „Hät-„ten westliche und südwestliche Winde geweht, so wären die „giftigen Dünste in das Meer getrieben worden; so aber war „die Atmosphäre fast regungslos, und die seit dem 20sten März „1826 sich erhebenden nördlichen und nordöstlichen Luft-„strömungen dienten nur dazu, die Malaria von ihrer Ursprungs-„stätte in das Innere des Landes zu verwehen." Die „gifti-„tigen Dünste" waren geen objecten van waarneming, en wat HAESER hier uitspreekt is niets dan eene hypothese.

Het onwraakbare bewijs voor eene verbreiding zou slechts geleverd zijn, wanneer die verbreiding geschiedde in eene streek, waar de plaatselijke omstandigheden op zich zelve geen aanleiding konden geven tot eene epidemie, zoodat men gedwongen werd de oorzaak in een invloed te zoeken, die van elders was overgebragt.

Het bewijs, dat geleverd worden kan, is slechts uit de statistiek te ontleenen. Maar uit den aard der zaak zijn de statistische gegevens onvolledig. Immers de numerieke opgave van het aantal koortslijders wordt slechts zelden door de practizeerende geneeskundigen geleverd; hoogstens kan men die verwachten van de geneesheeren, die door het gemeentebestuur aangesteld of aan instellingen ter verpleging van zieken verbonden zijn.

Omdat langs dezen weg geen voldoende gegevens kunnen verkregen worden om de uitbreiding der epidemieën met juistheid te leeren kennen, hebben wij getracht op indirecte wijze dit doel te bereiken door middel der sterfte-statistiek. Waar eene grootere sterfte in het jaar der epidemie en het daarop volgende voorkomt, mag men, uit eene belangrijke verhooging van het sterfte-cijfer, na aftrekking van het deel, dat

andere epidemische ziekten daaraan hebben, tot de hevigheid der epidemie besluiten; al kan men omtrent den tijd van haar eerste optreden in de verschillende plaatsen met deze methode geen zekerheid verkrijgen.

De vrij talrijke epidemiologische geschriften, die in ons land na 1842 zijn verschenen, geven wel eene te waardeeren aanwijzing omtrent den aard en het optreden der epidemieën die sinds dien tijd hebben geheerscht, maar zij stellen ons niet in staat om over de uitbreiding der malaria-epidemieën en hare hevigheid op verschillende plaatsen een juist oordeel te vellen. Dat voor vroegere jaren de daarvoor noodige gegevens nog veel meer te wenschen overlaten, ligt voor de hand.

Bevreemden kan het nu niet in het rapport van de heeren PENN en LUBACH te lezen, dat hunne geschiedkundige nasporingen tot geen voldoende uitkomsten geleid hebben. Op blz. 158 van hun rapport leest men: „Voor zoover ons „de middelen daartoe ten dienste stonden, en de tijd, waarover „wij te beschikken hadden, dit toeliet, hebben wij naauwkeu„rig nagegaan, welke malaria-ziekten in ons vaderland (waar„omtrent wij de meeste gegevens vonden), in de 16e, 17e, „18e en 19e eeuw epidemisch geheerscht hebben, en of die „epidemieën zamenvielen met de uitvoering en voltooijing „van belangrijke droogmakerijen of wel met voorafgegane over„stroomingen, die men na het afloopen en uitmalen van het „water, in hare gevolgen met droogmakerijen vrij wel gelijk „kan stellen.

„Wij hebben de feiten, daarop betrekkelijk, in een overzigt „verzameld, waarin wij echter alleen datgene hebben opgeno„men, wat *eenigermate* voor het gevaar van droogmakerijen „enz. zou kunnen pleiten.

„Dat onderzoek heeft, wij moeten het erkennen, niet tot „een afdoend resultaat geleid. Mogen al verschillende epide„mieën van malariaziekten zamenvallen met tijdvakken, waarin „indijkingen of droogmakerijen hebben plaats gehad, het valt „niet te ontkennen, dat zeker vrij wat standvastiger *de drooge „heete zomers*, zonder, zoowel als met voorafgaande droogma„kerijen of overstroomingen, met die ziekten gepaard gingen.

„Wij zullen in het bijzonder de feiten uit de 16e, 17e en

"18_e eeuw, hoezeer onderscheidene daarvan schijnen te pleiten "voor het verband van malariaziekten met droogmakingen in "het algemeen, volstrekt toch niet als bewijzen kunnen doen "gelden ten aanzien van eenige bepaalde epidemie. Die feiten, "met hoeveel zorg ook door ons nagegaan, zijn ons daarvoor "niet in genoeg bijzonderheden bekend. Slechts enkele uit "de 19e eeuw leveren te dien opzigte iets meer, zooals de "hevige en uitgestrekte epidemie van 1826, die door hare ver"spreiding juist in de in 1825 overstroomde landstreken, naar "de algemeene overtuiging der deskundigen, met die overstroo"ming in verband moet gebragt worden."

Zoozeer wij in het algemeen aan deze beschouwingen van de Heeren PENN en LUBACH ons zegel hechten, mogen wij toch niet nalaten daarbij de opmerking te voegen, dat onder de schrijvers, die voor verschillende plaatsen die epidemie op grond hunner eigen waarneming beschreven hebben, toch niet die eenstemmigheid heerscht. Wij verwijzen slechts op hetgeen door G. J. MULDER en D. M. A. ROELANTS uitdrukkelijk verklaard wordt in hunne *Bijdrage tot de Geschiedenis der thans in ons vaderland heerschende ziekten*, 1826. "Wij gelooven niet, dat de "in 1825 op vele plaatsen ontstane overstrooming in eenig "onmiddellijk verband met de thans heerschende ziekte kan gebragt "worden, daar er vele plaatsen zijn, die niet overstroomd zijn "geweest, en echter vele ziekten hebben opgeleverd, b. v. Hoorn. "en er integendeel andere gevonden worden, die geheel over"stroomd waren, en echter geen ziekte van aanbelang hebben "doen ontstaan, b. v. Broek in Waterland." Van deze laatste gemeente wordt dit door de sterftecijfers bevestigd, die de Burgemeester van Broek in Waterland ons welwillend verschafte: voor de jaren 1821—25 bedraagt het aantal der overledenen 42 + 50 + 33 + 25 + 26 = 176, voor de jaren 1826—1830 bedraagt het 33 + 33 + 23 + 47 + 36 = 172, zonder de dood geborenen. Er is dus geen verhooging van het sterftecijfer waar te nemen.

Raadpleegt men de geschriften uit dien tijd, waarin de epidemieën worden beschreven, dan vindt men zeer breede beschouwingen over den invloed van de heete luchtgesteldheid op het menschelijk organisme, maar bewijzen op een

statistisch onderzoek berustende zochten wij er te vergeefs. Het zijn slechts verklaringen op individueele meeningen steunende. Waar op het verband dier epidemieën met de voorafgaande overstroomingen in latere werken gewezen wordt, (zooals bij HIRSCH, *Historisch geographische Pathologie*) geschiedt dit bijv. op gezag van THOMASSEN à THUESSINK, en toch vindt men bij THUESSINK niets meer dan eenige algemeene beschouwingen, en geen bewijs. — Men zou ons verkeerd begrijpen, indien men meende, dat wij, op grond van het aangevoerde, dien invloed der overstroomingen wilden ontkennen. Wat wij onder de aandacht wenschen te brengen is: dat bij de schrijvers van dien tijd geen streng onderzoek naar dien invloed gevonden wordt; dat bij de beschrijvingen telkens op de locale oorzaken van stagneerend water, van onreine riolen, slechte afwateringen enz. verwezen wordt; dat blijkbaar de werking van de groote hitte op het organisme door hen van bijzondere beteekenis wordt geacht, en dat het denkbeeld eener verbreiding der epidemie buiten het punt, waar de ziekte zich plaatselijk ontwikkeld had, zeker bij de schrijvers van dat tijdvak geen bijzonderen steun vindt.

Voorts wordt in het rapport van de Heeren PENN en LUBACH melding gemaakt van de epidemie, die in 1857—1859 in Amsterdam, Haarlem en Zaandam geheerscht heeft. „De jaren „1855 en 1856, die in het algemeen in Nederland weinig „koortsziekten opleverden, maakten voor het Haarlemmermeer „en omstreken, voor Haarlem, Zaandam en Amsterdam, eene „opmerkenswaardige uitzondering en het vermoeden ligt dus „niet ver," zoo lezen wij blz. 161, „dat die droogmaking, die „eerst in 1860 bij eene volledige bemaling volbragt kon „heeten, de epidemie van 1857—1859 voor die omstreken „heviger kan gemaakt hebben, dan zij zonder die droogmaking „voor die streken zou geweest zijn." In het epidemiologisch jaarverslag voor 1855, geschreven door Dr. WAARDENBURG, vindt men dezelfde bewering omtrent den gunstigen staat der gezondheid in dat jaar: „het jaar 1855 leverde weinig koortsziekten „op, doch maken eene uitzondering daarop Amsterdam, Zaan„dam en de Haarlemmermeer-polder." Raadpleegt men evenwel den inhoud van het verslag, dan blijkt dat in Enkhuizen,

het geheele jaar door, vele anderendaagsche en derdendaagsche koortsen voorkwamen, meestal onder den minderen stand; te Utrecht namen de koortsen in het najaar sterk toe en begonnen de voorjaarskoortsen al vroeg; in Zeeland wordt op vermeerdering der koortsen gewezen, enz. Was dus het jaar 1855 niet zoo geheel gunstig te noemen, dan vervalt daarmede de gevolgtrekking, afgeleid uit de vergelijking van dit jaar met 1857 en de beide volgende jaren.

Wij brengen hierbij in herinnering dat 1854 als een koortsjaar voor verschillende plaatsen van Noord-Holland wordt bestempeld. Met name worden genoemd Zaandam en Enkhuizen als vroeger, Haarlem en Hoorn als later aangetast. Van Enkhuizen lezen wij in het provinciale verslag, dat zich tegen het eind van Augustus de epidemie eensklaps openbaarde, die zich als het ware in een oogenblik over de geheele stad en het noord-oostelijk gedeelte vau het ressort uitstrekte en tot in de maand November aanhield.

Daar intusschen dit punt van zulk een overwegend belang geacht moet worden, hebben wij gemeend de gevolgen van de droogmaking van het Haarlemmermeer aan een opzettelijk onderzoek te moeten onderwerpen; hetgeen daarom te meer gevorderd mag worden, omdat wij hier althans over meerdere en betere gegevens kunnen beschikken, wel is waar niet betreffende het ziekte-cijfer, maar toch voor de sterfte-statistiek. Wij hebben te dien einde de omgeving van het Haarlemmermeer verdeeld in strooken, die elk slechts eenige gemeenten bevatten, en daarvoor de jaarlijksche sterftecijfers op 1000 inwoners berekend.

Voor Noord-Holland: *de Duinstreek*, met de gemeenten Wijk aan Zee en Duin, Velsen, Bloemendaal, Zandvoort en Schoten; de *Noordkant van het IJ* met de gemeenten Ransdorp, Schellingwoude, Nieuwendam, Buiksloot, Landsmeer, Oost- en West-Zaan, Assendelft en Beverwijk; *de Westrand van het Haarlemmermeer* met Spaarndam, Spaarnwoude, Houtrijk en Polanen, Haarlemmerliede, Zuidschalkwijk, Heemstede en Bennebroek; *de Oostrand,* met de gemeenten Sloten, Aalsmeer en Leimuiden; *de Amstelstrook* met de gemeenten Uithoorn, Nieuwer- en Ouder-Amstel, Watergraafsmeer en Diemen; *de*

Weesperstrook met de gemeenten Weesp, Weespercarspel, Muiden, Ankeveen, Nederhorst den Berg, Kortenhoef en Naarden, eindelijk *'t Gooi* met de gemeenten Huizen, Bussum, Blaricum, Laren, 's Graveland en Hilversum.

Voor Zuid Holland zijn die strooken: *de Duinrand* met de gemeenten Voorhout, Noordwijk en Noordwijkerhout, *de Westrand van het meer* met Lisse, Hillegom en Sassenheim, *de Zuidhoek van het meer* met Alkemade, Rijnsaterwoude, Warmond en Woubrugge; *de Rijnstreek* met de gemeenten Oudshoorn, Rietveld, Aarlanderveen, Alphen, Bodegraven, Koudekerk en Leijderdorp en eindelijk *de Nieuwkoopsche groep*, die de gemeenten Nieuwkoop, Nieuwveen, ter Aar en Zevenhoven omvat. De gemeenten *Zaandam, Haarlem* en *Leiden* zijn afzonderlijk opgegeven. Evenzoo de gemeente *Haarlemmermeer*, die sinds 1856 als afzonderlijke gemeente is erkend.

In Tabel I vindt men de jaarlijksche sterftecijfers voor de genoemde strooken opgegeven voor de jaren 1840—1874. Bij enkele kolommen ontbreekt het eerste, bij enkele andere het laatste jaar. Bij het berekenen der sterftecijfers is de toeneming der bevolking in aanmerking genomen. Voor de gemeenten in Zuid-Holland gelegen en voor de gemeente Haarlemmermeer werden de jaarlijksche bevolkingscijfers gebruikt; voor de andere werden de bevolkingscijfers van 1840, 1851, 1862 en 1872 als de meest betrouwbare gekozen en door berekening der gemiddelden werden bevolkingscijfers voor kleinere groepen van jaren verkregen.

Voor de gemeenten in Noord-Holland werd van het absolute sterftecijfer, zooals dit voor elke gemeente in de provinciale verslagen van 1852 af gevonden wordt (kolom 8 en 9) het aantal der *in* de gemeente gestorvenen, die echter niet tot de wettige bevolking behoorden (kolom 10 en 11) afgetrokken, omdat al de arbeiders, die tijdens de droogmaking van het meer en de eerste ontginning der nieuwe gronden in den polder gestorven zijn, in de registers der omliggende gemeenten zijn ingeschreven, zelfs nog nadat de Haarlemmermeer als afzonderlijke gemeente werd erkend. Voor de gemeenten in Zuid-Holland was dit niet mogelijk bij gebrek aan de noodige opgaven;

voor de gemeenten in Noord-Holland ontbraken daartoe de gegevens vóór 1852. In de meeste provinciale verslagen wordt de gespecificeerde opgave der gestorvenen voor elke gemeente slechts gevonden na het jaar 1852 of 1853, in Zuid-Holland eerst na het jaar 1864. Wij zouden de in Tabel I vereenigde sterftecijfers dan ook niet zoo volledig hebben kunnen opgeven, zoo ons niet op welwillende wijze de ontbrekende gegevens waren verstrekt.

Wij hebben van de sterftecijfers het aantal der aan cholera en pokken overledenen zooveel mogelijk afgetrokken.

Ter vergelijking geven wij in Tabel II de jaarlijksche sterfte voor verder afgelegen gedeelten van het rijk. Wij kozen daarvoor de provincie Zeeland, een gedeelte van de provincie Friesland en een gedeelte van de provincie Groningen. Wij hebben buitendien voor de provincie Zeeland de jaarlijksche sterfte voor het zuidelijk gedeelte, namelijk O. en W. Zeeuwsch Vlaanderen, en de eilanden N. en Z. Beveland over een aantal jaren verzameld, zoo ook voor een gedeelte van Zuid-Holland, namelijk voor den Hoekschen Waard of Beijerland, waarin de gemeenten Nieuw-, Oud- en Zuid-Beijerland, Goudswaard, 's Gravendeel, Heinenoord met Goidschalkoort, Klaaswaal, Maasdam, Mijnsheerenland, Numansdorp, Piershil, Puttershoek, Strijen en Westmaas liggen.

Voor Friesland bepaalden wij ons tot het westelijk en het noordelijk deel der provincie; voor Groningen tot de noordelijke helft. In dit gedeelte der provincie Friesland liggen de gemeenten: Baarderadeel, Barradeel, 't Bildt, Bolsward, Dantumadeel, Dokkum, Doniawerstal, Ferwerderadeel, Franeker, Franekeradeel, Gaasterland, Harlingen, Haskerland, Hemelumer Oldephaart en Noordwolde, Hennaarderadeel, Hindelopen, Idaarderadeel, Kollumerland en Nieuwkruisland, Leeuwaarderadeel, Lemsterland, Menaldumadeel, Oostdongeradeel, Rauwerderhem, Sloten, Sneek, Stavoren, Utingeradeel, Westdongeradeel, Wonseradeel, Workum, Wijmbritseradeel en IJlst.

In het noordelijk deel van Groningen liggen de gemeenten: Adorp, Aduard, Appingadam, Baflo, Bedum, Beerta, Bierum, Delfzijl, Eenrum, Ezinge, Finsterwolde, Grijpskerk, Hoogkerk, Kantens, Kloosterburen, Leens, Loppersum, Middelstum, Mid-

wolde, Nieuweschans, Nieuwolda, Oldehove, Stedum, ten Boer, Termunten, Uithuizen, Uithuizermeeden, Ulrum, Usquert, Warffum, Winsum, 't Zandt en Zuidhorn. Voor het platte land en de stad Groningen zijn de sterftecijfers buitendien afzonderlijk opgegeven. Wij lieten de overige gedeelten dier provinciën buiten rekening, omdat daar de malaria-ziekten slechts bij uitzondering voorkomen en wij met de omgeving van het Haarlemmermeer die streken wenschten te vergelijken, waarin de malaria-ziekten endemisch zijn. In deze Tabel zijn voorts de sterftecijfers voor Noord-Holland, voor de noordelijke en de zuidelijke helft dier provincie en voor Amsterdam opgegeven. Ook hier werd rekening gehouden met de toeneming der bevolking. In Tabel III zijn de gebruikte bevolkingscijfers te vinden. De levenloos aangegevenen werden ook in Tabel II van de sterftecijfers afgetrokken. Bij gebrek van afzonderlijke opgave der doodgeborenen werd echter voor de jaren 1840—51 voor Zeeland 2.4 van de bruto sterftecijfers op 1000 berekend, afgetrokken, waardoor trouwens slechts kleine fouten kunnen veroorzaakt zijn. Het aantal der aan pokken gestorvenen werd niet afgetrokken; het aantal der aan cholera gestorvenen alleen voor den Hoekschen Waard.

Bij de beschouwing der twee eerste tabellen valt onmiddellijk in het oog, dat elke provincie, elke kleinere landstrook en elke stad haar eigen gemiddeld sterftecijfer heeft. In sommige kolommen komen in het algemeen hoogere, in andere lagere sterftecijfers voor, en al bestaan er enkele uitzonderingen, in het algemeen mag men zeggen, dat in het vrij groote tijdsverloop, waarover de sterftecijfers zijn opgegeven, de relative verhouding der sterfte-cijfers voor de verschillende strooken vrij constant blijft.

In de tweede plaats valt op te merken, dat in alle kolommen zich enkele jaren of groepen van jaren door hooge sterfte-cijfers kenmerken. Zoo met name 1842, 1846—1848, 1855, 1857—59. Vooral in de tweede Tabel komen ook in de latere jaren nog hooge cijfers voor, die intusschen voor een deel aan de epidemieën van cholera en pokken zijn toe te schrijven. Raadpleegt men nu de epidemiologische verslagen, dan blijkt,

dat de opgenoemde door hooge sterftecijfers gekenmerkte jaren met de hevige epidemieën van malariaziekten zamenvallen.

De verhooging der sterftecijfers in die jaren is echter niet overal even groot. De sterkste verhooging vindt men in den Hoekschen Waard, de stad Groningen, de Amstelstrook en voor de jaren 1857—1859 juist in de streken, die in de onmiddellijke nabijheid van het Haarlemmermeer gelegen zijn.

De sterftecijfers voor de gemeente Haarlemmermeer zijn in de jaren 1856—1859 de hoogste van allen, na dien tijd nemen zij zeer snel aanzienlijk af en komen in de jaren 1863—1867 op eene gemiddelde hoogte van circa 33 op 1000 inwoners, om daarna nog verder te dalen. In 1869, 1871 en 1874 onderscheidt het sterfte-cijfer zich naauwelijks van dat van het Zuidelijke gedeelte van Noord-Holland en alleen in 1872 wordt nog een grooter cijfer bereikt, dat echter het sterfte-cijfer van het zuidelijk gedeelte der provincie maar weinig overtreft,

Om den mogelijken invloed van de droogmaking van het Haarlemmermeer op de sterfte beter te kunnen nagaan, hebben wij de gemiddelde cijfers berekend van groepen van jaren voor de landstrooken en de gemeenten in de eerste Tabel vermeld, met bijvoeging van den Hoekschen Waard en Amsterdam. De uitmaling van het Haarlemmermeer had plaats 1849—1851, terwijl eerst in 1860 de geregelde bemaling was verkregen. Wij hebben daarom het geheele tijdsverloop 1840—1874 verdeeld in 9 jaargroepen en wel van 1840—42, 1843—45, 1846—48, 1849—51, 1852—56, 1857—59, 1860—64, 1865—69 1870—74. Bij die verdeeling blijven juist de epidemie-jaren 1846—48 en 1857—59 in afzonderlijke groepen vereenigd en zijn de onderscheidene tijdperken van het werk, de tijd daarvóór en de tijd daarnà in genoegzaam overeenkomstige jaargroepen ingedeeld. Wij geven de zoo verkregen cijfers in Tabel IV.

Onmiddellijk springt in het oog, dat de twee kolommen, waarin die epidemiejaren zijn begrepen, de hoogste cijfers bevatten. Alleen voor den duinrand in Zuid-Holland zijn ook in die jaren de cijfers vrij laag, wat op eene geringere hevigheid dier epidemieën daar ter plaatse wijst. In de gemeenten in den duinrand gelegen komen koortsen dan ook steeds in veel mindere mate voor.

De eerste epidemie is in de vier strooken, die de Haarlemmer meer onmiddellijk begrenzen, blijkbaar minder hevig geweest dan de tweede. Wat de overige streken betreft, komen er in enkele voor de tweede, in enkele voor de eerste epidemie hoogere cijfers voor. Zoo leverde in den Hoekschen Waard de eerste epidemie hoogere cijfers op. De hooge sterfte in de jaren 1846--1848 werd zeker te regt voor een deel aan het mislukken van den aardappelenoogst geweten. De bevolking van den Hoekschen Waard vindt in het verbouwen van aardappelen een hoofdmiddel van bestaan en het mislukken van den oogst in die jaren moet daar dus dubbel nadeelige gevolgen hebben gehad. Die jaren van gebrek hebben zonder twijfel, gelijk dat reeds destijds werd in 't licht gesteld, ook voor eene bevolking als die van Amsterdam eenen verderfelijken invloed gehad, die zich in de sterfte-cijfers moest openbaren. Ook in de Amstelstrook waren de sterfte-cijfers in de jaren 1846—48 aanzienlijk hooger, in den Noordkant van 't IJ slechts weinig hooger dan in de jaren 1857—59. Daarentegen zijn de cijfers voor den Duinrand N.-Holland, de Rijnstreek, de Nieuwkoopsche groep, de Weesperstrook en het Gooi tijdens de tweede epidemie hooger dan tijdens de eerste. Voor Zaandam, Haarlem, Leiden en den duinrand in Z.-Holland zijn geen noemenswaardige verschillen in de sterfte-cijfers voor de beide epidemieën op te merken. Bij het vergelijken der sterfte-cijfers mag men niet over het hoofd zien, dat de cijfers der bevolking minder naauwkeurig dan die der absolute sterfte te vinden waren, waardoor alligt in de berekende sterfteverhoudingen een fout van één pro mille insluipen kan.

Voor het platteland van Groningen zijn, evenals voor de stad Groningen, de sterfte-cijfers voor de tweede epidemie hooger dan voor de eerste; voor Zeeland ziet men het omgekeerde. Voor de Noorderhelft van Noord-Holland zijn de sterfte-cijfers tijdens beide epidemieën gelijk te noemen. Zooals wij boven reeds opmerkten, is voor de randen van de Haarlemmer-meer met name voor den Westrand in Zuid-Holland en den Zuidhoek een aanzienlijk verschil tusschen die sterfte-cijfers niet te miskennen. De hoogere sterfte tijdens de tweede epidemie daar ter plaatse kan wel niet anders als met de droogmaking van

het Meer in verband gebragt worden. Eenen schadelijken invloed op den gezondheidstoestand in de aangrenzende streken zou de Haarlemmermeerpolder evenwel nog meer hebben moeten uitoefenen gedurende de jaren 1852—56, de tijdruimte van het eerste droogvallen der gronden tot aan het verkrijgen van eene trouwens nog gebrekkige bemaling. Gedurende dien tijd toch verkeerden de nieuwe gronden gedeeltelijk nog in moerassigen toestand: de stand van het water was nog niet geregeld. De bebouwing der gronden was echter reeds op ruime schaal begonnen en de nieuwe gemeente Haarlemmermeer telde reeds 3000 inwoners. In den polder heerschten wel koortsen; — de gemeente Haarlemmermeer had in 1856 eene sterfte van 50 pro mille, — maar voor de omgeving zien wij gedurende het tijdperk van 1852—56, met uitzondering van den Oostrand, geen verhooging in de sterftecijfers. Dat trouwens in de meeste gemeenten, die aan het Meer gelegen zijn, de sterfte door malaria verhoogd werd, kan niet bevreemden, wanneer men bedenkt, dat de bewoners dier gemeenten voor een deel op de pas ontgonnen landerijen hun werk vonden.

Het is noodig hier nog op eene bijzondere omstandigheid te wijzen. Aan de naaste grenzen van het meer werd de verveening al zeer spoedig in streken, waar zij vroeger niet vergund was, aangevangen. Geen verveening toch werd door Rijnland toegestaan vóór dat de waterspiegel van het meer minstens één el door de uitmaling verlaagd was. Het veen werd meestal droog gestoken, doch ook met opgepompt water tot slik vermengd en alzoo nat bewerkt. Dat die werken eene belangrijke uitbreiding hadden, kan daaruit blijken, dat in 1856 voor één ton gouds werd verveend en in 1857 voor twee tonnen gouds in de streken, waar vroeger de verveening verboden was. Hierbij bedenke men, dat de arbeid in dezen bodem, die voor het eerst in verveening gebragt wordt, gelijkgesteld mag worden met de aardwerken, die blijkens de ondervinding als zeer schadelijk voor de gezondheid moeten aangemerkt worden.

Het zou echter de vraag kunnen zijn, of niet juist de geheele epidemie van de jaren 1857—59 op rekening van de droogmaking van het Haarlemmermeer moet worden gebragt.

Wanneer wij echter zien, dat niet alleen in Noord-Holland maar ook in Beijerland, Zeeland, Friesland en Groningen in hetzelfde tijdperk buitengewoon hooge sterftecijfers voorkomen, dan wordt dit onwaarschijnlijk. Want er bestaat geen voldoende grond om in de droogmaking van het Haarlemmermeer de oorzaak te zoeken voor het heerschen van eene hevige koortsepidemie in de zoo even genoemde op grooten afstand gelegen gewesten.

Ook buiten de grenzen van ons land strekte zij zich uit. Wij hebben aan de Oldenburgsche regering de volledige opgave te danken van de bevolking en de sterfte in vijf gemeenten aan den Jahdeboezem gelegen, gedurende de jaren 1835—74. In Tabel V zijn die opgaven medegedeeld voor Sande, Neuende en Heppens ten westen, Stollhamm en Seefeld ten oosten van den Jahdeboezem. Daaruit blijkt, dat de koortsepidemieën, die in ons land in 1842, 46—48 en57—59 geheerscht hebben, ook daar niet ontbraken De verhooging der sterftecijfers in de genoemde jaren, is in volkomen overeenstemming met de opgaven omtrent het heerschen van koortsen aan de duitsche noordzeekust, zooals die in de *Morbilitäts-nachrichten* van Stadler te vinden zijn. Die zeer groote uitgebreidheid der epidemie van 1857—59 laat inderdaad niet toe hare oorzaak in de droogmaking van het Haarlemmermeer te zoeken. Evenmin mag men dit beweren voor de epidemie van het jaar 1855, die blijkens de verhooging der sterftecijfers niet minder in de stad Groningen, in de provincie Zeeland, met name in Noord- en Zuid-Beveland, Zeeuwsch Vlaanderen en in den Hoekschen Waard, als in Noord-Holland, de Zuiderhelft dier provincie en Amsterdam geheerscht heeft. De hooge sterfte te Amsterdam in dat jaar komt trouwens voor een goed deel op rekening der cholera.

Ten slotte geven wij ter vergelijking met de latere koortsepidemieën in de volgende Tabel VI voor de jaren 1825, 1826 1827 voor de provincie en de stad Groningen, voor Friesland Zeeland, Noord-, Zuid-Holland, voor Amsterdam, voor de Amstelstrook, de Weesperstrook en het Gooi de sterfte-cijfers voor zoover die te vinden waren. Zij kunnen, in vergelijking met de latere jaren, voor 1825 niet bijzonder hoog worden genoemd,

maar bereiken in 1826 eene aanzienlijke hoogte, zooals die tijdens de epidemieën van 1857—1859 niet gevonden wordt.

Van tijd tot tijd komen in verschillende gedeelten van ons land, vooral in de streken, waarin de malaria-ziekten endemisch zijn, uitgebreide koortsepidemieën voor; zoo is dat geweest in 1826, in 1842, 1846—48 en 1857—59 en men heeft geen recht tot het vermoeden, dat zonder de droogmaking van het Haarlemmermeer, Holland van de koortsepidemieën van 1857—59 vrij gebleven zoude zijn.

Het besluit, waartoe wij, na de overweging van hetgeen door ons aangevoerd is, omtrent den invloed, dien de droogmaking van het Haarlemmermeer op de gezondheid der bewoners van de aangrenzende gewesten gehad heeft, gekomen zijn, is: dat de verbreiding eener epidemie, uitgaande uit den drooggemaakten polder, op zich zelve niet aannemelijk is, daar wij hier te doen hebben, niet met eene besmettelijke ziekte, maar met eene ziekte, die uit de plaatselijke omstandigheden ontstaan, ook aan de plaats gebonden is; dat de feiten, die voor zoodanige verspreiding pleiten, den toets van een streng onderzoek niet kunnen doorstaan; — dat de koortsen zich tot zoodanige landstreken bepalen, die door den aard van den bodem tot het zelfstandig ontstaan van moerasziekten aanleiding geven: — dat de onderstelling, dat eene epidemie op de plaats zelve ontstaan door den invloed van eene epidemie, die elders ontstond, in hevigheid zoude toenemen, bij een naauwgezet onderzoek blijkt op geen voldoende gronden te steunen, wanneer men de geschiedenis der epidemieën en de heerschende ziekten tijdens en na de droogmaking van het Haarlemmermeer naauwgezet en onbevooroordeeld onderzoekt; — en dat dus de schadelijke invloed van de droogmaking van het Haarlemmermeer op de gezondheid der bewoners van verwijderde landstreken onbewezen is; — dat veeleer de uitkomsten van dit onderzoek de gevolgtrekking regtvaardigen, dat die schadelijke invloed zich niet heeft geopenbaard door hevige en lang aanhoudende epidemieën in streken, die op grooteren afstand van de Meer gelegen zijn.

De droogmaking van het IJ levert een belangrijk voorbeeld ter beoordeeling van den invloed van de droogmaking van zout-

water-plassen, en het mag als een merkwaardig feit beschouwd worden, dat dit werk van den aanvang af, zijnde April 1866, tot op het tegenwoordig tijdstip, geen schadelijken invloed op den gezondheidstoestand, noch in de drooggemaakte polders, noch in de aangrenzende gemeenten heeft vertoond; en toch is de arbeid alreede zoo ver gevorderd, dat reeds ongeveer 4200 hectaren zijn drooggemalen, en slechts een betrekkelijk klein gedeelte ter voltooijing van dien arbeid overblijft. Zooals bekend is, begon de droogmaking het eerst aan het westelijk uiteinde in polder I Noord en I Zuid, de eerste in de nabijheid van Velsen en Beverwijk, de tweede in de nabijheid van Spaarndam en Spaarnwoude, en werd, voor de verschillende polders, in de jaren 1869 en 1870 voortgezet: de sluiting der bedijking en het begin van afmaling, met de spoedig daarop gevolgde verkaveling, zijnde de eerste arbeid in het drooge, nam in het jaar 1872 een aanvang en werd in de verschillende polders achtereenvolgend tot op dit jaar voortgezet.

Door den heer DIRKS, hoofd-ingenieur van de kanaal-maatschappij, werden ons met de meeste bereidwilligheid de verlangde inlichtingen verschaft, en ook mededeeling gedaan van hetgeen hem bekend was van den invloed dier werken op den gezondheidstoestand der aangrenzende gemeenten; waaromtrent de verklaring onvoorwaardelijk luidt: dat zij geen nadeeligen invloed gehad hebben. Door het onderzoek op de plaatsen zelve en door de ingewonnen berigten van de geneeskundigen in de voornaamste gemeenten in den omtrek van het IJ, met name van Haarlem, Westzaan, Zaandam, Haarlemmermeer en Sloten, die ons door hen met heusche welwillendheid verleend werden, wordt dit eenstemmig bevestigd. Dr. SCHUIT te Beverwijk, meldt bijv. „noch in de omliggende plaatsen Beverwijk, Velsen „en Assendelft, noch in de thans reeds bewoonde polders ko- „men méér gevallen van intermittens voor dan gewoonlijk „worden waargenomen; noch heeft zich de genius epidemicus „van de verschillende jaargetijden, vergeleken met andere jaren, „gewijzigd.” Dr. VAN DEN BROECKE van Westzaan onderscheidt in zijne mededeeling twee groepen van bewoners: 1°. de geboren Westzaners, landwerkers, of houtzagers van beroep; 2°. de vreemdelingen, meest Brabanders, bepaaldelijk zich be-

zig houdende met dijkwerk, en in het laatste halve jaar met grondwerk in den nieuwen polder. Onder de eersten kon hij volstrekt niet aannemen, dat zich meerdere ziekten hebben voorgedaan dan vroeger: integendeel zijn de twee laatste jaren uit een gezondheidsoogpunt zeer gunstig te noemen. Wat de tweede groep betreft, daaronder behooren een 150-tal arbeiders, die op de dijken, in keeten woonden, waarvan al zeer weinigen ongesteld zijn geweest; wijders de arbeiders in den drooggemalen polder, ten getale van 380; ook door dezen werd slechts enkele malen zijne hulp ingeroepen, zelfs meerendeels voor andere dan de eigenlijke malariaziekten. Dr. VAN DER BOON te Zaandam schrijft: „Na het jaar 1868 hebben wij hier geen „epidemie van malaria-ziekten gehad, en is na dien tijd telken „jare het getal zieken zeer gering geweest, zelfs minder dan „wij in den regel gewoon zijn; ook niet in de eerste maanden „van het jaar 1875." Het blijkt uit dit alles, dat tot hiertoe de droogmaking van het IJ zich door geen schadelijken invloed op de gezondheid gekenmerkt heeft, en dat integendeel de algemeene gezondheidstoestand in dit tijdvak bijzonder gunstig geweest is. Er kan hier dus geen sprake zijn van verspreiding van een schadelijken invloed.

Wij hebben twee der grootste werken, die van gelijken aard zijn als de droogmakerij van het zuidelijk gedeelte der Zuiderzee en die het naast daar mede kunnen vergeleken worden, als den besten grondslag beschouwd, waarop onze uitspraak omtrent de gevolgen, die van dit werk te wachten zullen zijn, zoude kunnen berusten. Wel is het tijdsverloop sedert de droogmaking van het IJ nog niet lang genoeg om de geschiedschrijving daarvan als afgesloten te beschouwen; maar toch is het van belang op te merken, hoe gunstig dit werk zich tot nu toe onderscheidt ten aanzien van den invloed op den gezondheidstoestand.

Hetzelfde moet gezegd worden van de droogmakerij der in Schieland gelegen Nieuwerkerksche plassen, waarvan tot dusverre geen, uit vermeerderde sterfte blijkbaar, nadeelig gevolg voor de omliggende gemeenten is voortgevloeid. De gemeenten toch, tot wier grondgebied die plassen behoorden of die in de naaste omgeving daarvan gelegen zijn, namelijk Capelle aan den

Yssel, Kralingen, Nieuwerkerk a/d. Yssel, Schiebroek, Krimpen a/d. Yssel, Ouderkerk a/d. Yssel, Bergsche Hoek, Hillegersberg, leveren tot dusverre geen ongunstige sterftecijfers, Tabel VII, op, terwijl ook overigens nopens den gezondheidstoestand harer bevolking geen ongunstige berigten ons ter ooren zijn gekomen. Doch ook hier kan de opmerking herhaald worden, dat de nieuwgewonnen gronden nog pas kort geleden zijn drooggekomen en naauwelijks voor bebouwing geschikt zijn geworden.

Wij achten het noodig nog de aandacht te vestigen op de epidemie van moeraskoortsen (Marschfieber), die bij het aanleggen der havenwerken en den bouw der vesting aan de Wilhelmshaven in den Jahdeboezem van de Noordzee geheerscht heeft. Dr. H. WENZEL heeft in het Vierteljahrschrift für die praktische Heilkunde, herausgegeben von der medicinischen Facultät zu Prag Jahrg. 1870, Band IV, eene hoogst belangrijke en uitvoerige beschrijving geleverd der epidemie, die onder de arbeiders aan die werken geheerscht heeft. Die beschrijving loopt over de jaren 1858 tot 1866, toen die werken hunne voltooijing naderden. Na 1870 is de epidemie (zoo als ons door Professor HIRSCH schriftelijk werd medegedeeld) van jaar tot jaar geringer geworden; in het jaar 1870 (het oorlogsjaar) had men op nieuw eene epidemie. In den zomer van 1875 werden weder uitgebreide uitgravingen gedaan en terstond vertoonde zich eene verheffing der epidemie.

Het aantal lijders aan tusschenpoozende koortsen onder de arbeiders steeg in enkele jaren tot 3000; in meerdere jaren nam de hevigheid der epidemie in die mate toe, dat van de arbeiders het ziekte cijfer tot boven de 33 pCt. steeg, en in sommige maanden tot 47 en 53 pCt. beliep. Wat ons bij de beschouwing van de epidemie aan den Jahdeboezem getroffen heeft, is de omstandigheid, dat wij hier eene epidemie voor ons hebben, die niet door de drooglegging van drassige gronden te weeggebragt werd, maar die ontstond door de omwoelingen in den moerassigen bodem. Wij meenen dit volledig te kunnen staven door hetgeen ons door den Hoogleeraar HIRSCH wordt geschreven: „Die Arbeiten am Jahdebusen sind eigentlich nicht auf eine Trockenlegung des Bodens hingerichtet, sondern

es handelt sich hier — und zwar berichte ich Ihnen darüber, nachdem ich mit Dr. WENZEL darüber gründliche Rücksprache genommen habe — nur um Umwühluugen eines Alluvialbodens, der — das Product des Meeres, — noch in frisch historischer Zeit vom Meere bedeckt gewesen ist."

Dat zoodanige aardwerken inderdaad voor de gezondheid der arbeiders zeer nadeelige gevolgen kunnen hebben, vinden wij door tal van voorbeelden bevestigd; het zij genoeg hiervoor uit den jongsten tijd een paar feiten te vermelden. In 1869 werden van de arbeiders aan de kanaalwerken op Walcheren, tusschen Oost- en Westsouburg en Middelburg, velen door koorts aangetast. Zij werden er te meer door getroffen, naarmate de werkzaamheden, bij vakken aangelegd, meer in de diepte plaats grepen. Op eene gemiddelde getalsterkte van 1133 man kwamen 905 zieken voor, en daaronder niet minder dan 371 koortslijders. Bij het graven van het Noord-hollandsche Kanaal had THYSSEN reeds dezelfde ervaring opgedaan. Niet anders was het bij de werken aan den Jahdeboezem. „Erst im Sommer 1875," zoo meldt Prof. HIRSCH „wurden die Erdumwühlungen in grösserem Maasstabe wieder aufgenommen (es wurde „ein nener Deich geschüttet) und sofort zeigten sich wieder „Erkrankungen an Malaria, und zwar namentlich auch in Häusern von acclimatisirten Familien, welche in der Nähe der „Bodenfläche liegen von der das Material zur Aufschüttung „genommen wurde." — Het feit van die geheel plaatselijke werking verdient zeer de aandacht, en wij willen daarom nog een voorbeeld daarvan aanvoeren uit de epidemie aan den Jahdeboezem ontleend. „Und sicher ist es," zoo lezen wij bij WENZEL, pag. 12, „dass in denjenigen Jahren, wo die Hauptmasse der Arbeiter auf jenem jüngsten Alluvialboden beschäftigt war, der Krankheitsstand eine ähnliche erschreckende „Höhe wie 1858 beibehielt, und dass dagegen in demselben „Maasse, als von 1862—1864 ab diese Werke der Vollendung „sich näherten und andere mehr binnenlands gelegene Bauten „in Angriff genommen wurden, die Höhen der Fieberculminationen abnahmen."

Nog een voorbeeld aan ons land ontleend mag hier eene plaats vinden. In de veenstreek, waarin de gemeenten Nieuw-

veen, Mijdrecht, Uithoorn en Nieuwer-Amstel liggen, komen voortdurend koortsen voor, en zonder twijfel moeten die zeker voor een goed deel aan de verveening worden toegeschreven. Volgens eene mededeeling van Dr. VAN DER HURK te Uithoorn was in de laatste jaren, waarin geen eigenlijke koortsepidemieën voorkwamen, toch steeds in de genoemde gemeente het aantal koortslijders vrij groot. Een zeer groot deel der behandelde zieken, soms ruim 80 percent, waren lijders aan koortsen.

Mag men dus, op grond van hetgeen de ervaring op ruime schaal ons leert, aannemen, dat vooral de graafwerken, meer bepaald in moerassige gronden, een bijzonder nadeeligen invloed op den gezondheidstoestand der arbeiders hebben, het blijkt daarbij tevens, dat het niet zoozeer het graafwerk als wel bepaald de aard van den bodem is, waaruit die invloed moet afgeleid worden, en dat deze zeer plaatselijk is, zoodat, gelijk dit door WENZEL wordt aangevoerd, met het verleggen van den arbeid naar een minder schadelijk terrein, de hevigheid der epidemie afneemt.

Uit het aangevoerde blijkt, dat het droogleggen van gronden onder gunstige omstandigheden plaats hebben kan, zonder dat zich daarbij malariaziekten voordoen. In de drooglegging zelve ligt dan ook niet de eenige grond voor haar ontstaan. Zooals de ervaring leert zijn drooge, heete zomers daarvoor bijzonder bevorderlijk.

Onvoltooide polders leveren de gereedste voorwaarden voor de ontwikkeling van malaria-ziekten. Die ziekten kunnen daar locaal ontstaan, ook als zij elders ontbreken. Maar zij blijven dan tot dezen polder en zijne omgeving beperkt. De ondervinding leert althans niet, dat eene verdere verbreiding te vreezen is. Hare intensiteit hangt, zoo al niet uitsluitend, dan toch voornamelijk, van den aard van den bodem en van de luchtgesteldheid af. Hoe sneller de drooglegging kan voltooid worden, des te geringer is het gevaar; is de volledige bemaling verkregen, dan mag men het als geweken beschouwen. Hoe meer tijd er verloopt tusschen het eerste droogvallen van

gronden en de voldoende bemaling, des te meer kans bestaat er voor de ontwikkeling van malaria-ziekten.

Op de door Zijne Excellentie gestelde vraag: „of de schadelijke uitwasemingen der nieuwe gronden over eene zoo groote uitgestrektheid welligt zeer lang nadeelige terugwerking zullen hebben, althans op de gezondheid ook in de aangrenzende gewesten,'' meenen wij derhalve te mogen antwoorden, dat naar alle waarschijnlijkheid die nadeelige invloed niet meer te duchten zal zijn, wanneer de volledige bemaling is verkregen en de nieuwe gronden in cultuur gebragt zijn, en dat er geen voldoende grond bestaat voor de vrees, dat malaria-ziekten zich uit den polder of zijne onmiddellijke omgeving over de aangrenzende gewesten zullen uitbreiden.

Maar wij achten ons tevens verpligt er op te wijzen, dat bij de drooglegging van het zuidelijk deel der Zuiderzee in den polder en in zijne onmiddellijke omgeving de malaria-ziekten waarschijnlijk niet zullen uitblijven. Wij herinneren er tevens aan, dat het onderzoek omtrent de gevolgen der droogmaking van het Haarlemmermeer bewezen heeft, dat de destijds heerschende uitgebreide koortsepidemieën in den polder en zijne omgeving eene grootere hevigheid dan elders hebben bereikt. Wat in dien polder waargenomen werd, dat vooral het dras blijven van gronden eenen schadelijken invloed gehad heeft, zal evenzeer van den Zuiderzee-polder gelden. Bij het ontwerpen der droogmaking moeten derhalve al die maatregelen met de meeste naauwgezetheid worden beraamd, die strekken kunnen om zoodanige invloeden te voorkomen of althans zooveel mogelijk te verminderen.

Op die maatregelen in bijzonderheden te wijzen achten wij overbodig, maar wij rekenen het te meer van onzen pligt daarop aantedringen, omdat de gunstige uitkomsten, die de droogmaking van het IJ tot nu toe opgeleverd heeft, niet tot geruststelling mogen dienen, maar veeleer moeten strekken om dien heilzamen invloed van eene goede regeling van het werk in het licht te stellen.

Het beramen der gepaste maatregelen, reeds van den eersten

aanvang af, zelfs vóór dat het werk begonnen wordt, zal dus pligtmatig zijn, indien tot de uitvoering wordt besloten.

Met het oog op den omvang der te nemen maatregelen en op de groote gezondheidsbelangen die op het spel staan, ware het welligt wenschelijk eene sanitaire commissie te benoemen, welke in het naauwste verband met de directie, waaraan de uitvoering van het werk opgedragen is, haren invloed kan doen gelden, niet slechts tijdens de uitvoering, maar reeds bij de beraming van al hetgeen tot het werk der droogmaking betrekking heeft.

TABEL I.

Sterfte

	Noordkant van het IJ.	Zaandam.	Duinrand. N.-Holl.	Haarlem.	Duinrand. Z.-Holl.	Leiden.	Westrand. N.-Holl.	West Z.-I
1840	20.4	23.7	18.1		24.6		17	3
1841	21.6	23.6	19.2	28.4	25.9	25.6	24.3	1
1842	30.8	29.1	28.9	34	33.9	31	28.2	2
1843	28	33.5	20	29.5	17.7	22.9	27.7	2
1844	25.3	33.8	17.6	25.6	20.2	27	23.2	2
1845	23.8	20.5	24.9	25.1	20.9	29.4	27.6	2
1846	36	38.5	27.2	32.5	20.9	36.4	31	3
1847	34.9	42,9	23.4	34.5	24.7	40	33.7	2
1848	30.4	33.4	23.7	31.2	33.3	36.1	29	3
1849	26.6	29.7	21.4	27.2	25.7	22.3	28.2	2
1850	22.2	21.9	18	23.	17.4	22.4	20	2
1851	19.5	22.9	23	24.4	31.3	28.5	12	2
1852	22.5	24.6	19	21.4	31.9	27.2	20.3	3
1853	20.8	27.7	17.3	21.6	20.5	28	19.3	1
1854	25.9	25.5	25	24	20.5	28.3	21.7	3
1855	25	33.1	18.7	28.8	32.1	36.8	24.8	2
1856	21	31.8	17	27	20.3	25	23.8	1
1857	32.7	44.8	30	32.2	25.3	32.5	36	4
1858	34.7	42.7	32.2	33.8	26.2	35.1	39.5	[illegible]
1859	26.4	24.8	31.6	35.9	24.6	42.4	31.3	[illegible]
1860	26.6	30.4	24	26.1	17.8	26.6	30	[illegible]
1861	21.4	23.6	26.1	29.1	22.3	27	25.6	[illegible]
1862	23.6	20	23.7	23.3	24.5	23	18.5	[illegible]
1863	20.5	17.5	18.5	22.1	22.3	27	23	[illegible]
1864	24	22	21.1	23.8	22.7	28	22.6	[illegible]
1865	20.7	23.7	24.2	24.8	35.2	27.6	28	[illegible]
1866	24.6	27.8	32	24.8	21.1	25	24.4	[illegible]
1867	27.1	23.6	27.3	22.8	18.3	25	22.4	[illegible]
1868	28.5	30.5	32.8	33.3	20.7	25.4	30.6	[illegible]
1869	24.9	26.4	31	24.6	17.9	25.7	27.8	[illegible]
1870	24.8	27	27.9	26	24	37.7	20.5	[illegible]
1871	25.7	23.4	25.6	29.6	25.6	37.1	26.6	[illegible]
1872	25.9	29.6	26.1	26.5	22.5	27.7	26.5	[illegible]
1873	22.8	24	21.1	23	19.5	28.8	22.8	[illegible]
1874	18.8	21.7	20.2	27.6		28.7	22.5	[illegible]

) inwoners.

ente lem- eer.	Zuidhoek. Z.-Holl.	Oostrand. N.-Holl.	Rijnstreek.	Nieuwkoopsche groep.	Amstel strook.	Weesper-strook.	't Gooi.
	29.8	28.5	27.4	27.3	29	27.1	33.1
	25.3	29.7	30.2	24.5	29.1	24.7	25.9
	28.5	34.9	29.6	36.1	35.6	26.5	36.2
	23.6	30.2	29.9	27.9	32.4	22.7	26.5
	26.5	32	29.4	24.9	32.4	24.5	26.5
	26	26.3	29.1	23.9	31.6	28	31.4
	31.3	41.5	32.4	30.5	49.3	29.4	37.9
	37.2	44.8	35.3	30.2	51.5	38.4	25.8
	36.7	33	41.8	33.5	47.5	35.2	28.9
	33	29.6	34.9	30.6	34.3	25.9	25
	21.6	28.1	24.9	26.9	32.9	24.5	28.8
	29.5	26.1	29	31.9	32.5	25.3	30.8
	30.8	28	30.4	34 6	32.9	30	27.7
	29.9	30	33.5	30	36	27.7	29.4
	29.7	44	28	27.4	33	26.3	27.6
	26.2	39.6	29	34	39.3	29	34.8
0	25.4	35.5	26.8	30.1	30.6	27	27.7
0.5	37.2	43	33.7	31.2	44.9	33.2	41.3
0.3	48.7	49.6	37.2	35.4	47.5	36.3	39.5
4	57.9	46.6	49.6	50	41.9	39.4	35.7
7.6	35.3	33.4	29.2	36.4	27.6	28.3	27.6
8	34.1	33	32.3	31.3	31.9	31.1	31.6
7.3	31	31.9	29.4	34	29.5	26.7	29.4
1.6	33.8	22.9	31.3	31.5	26.9	24.7	27
3.3	28.1	26.8	34.7	30.9	28	27.5	29.7
2.1	31	29.3	33.9	31	26.7	26.7	32.9
4.8	33.6	34.5	29.7	33.6	27.8	24.6	24
1.5	30.4	31.3	31.7	31.5	24.9	27.4	29.8
4.9	30.2	32.2	24.2	30.6	35.1	29.4	33.3
6.6	31.6	30.7	24.7	28.9	30	26.5	25.5
0.5	39.1	29.2	33.8	30.3	32.4	25	28
2.1	34.5	33 2	28.3	28.4	31.1	26	26.8
6.6	34.1	28.8	28.4	26.9	30.5	27.2	31.6
0	25	27.7	31.5	33.4	30.1	28.8	31.6
7.3		26.6			29.8	27.8	29

TABEL II.

Sterfte op 10[cut off]

	Noord Holland.	Amsterdam.	Noorderhelft van Noord-Holland.	Zuiderhelft zonder Amsterdam.	Zuiderhelft zonder Haarl. meer en Amsterdam.	Hoeks. Waar.
1840	26.6	30				
1841	27.1	32.6	20.4	25.2		31.3
1842	30.4	33.5	25	31.7		37.6
1843	27.1	29	24.3	27.7		32.3
1844	27.8	30.7	24.9	27.2		33.9
1845	27.4	29.6	26.7	26.5		33.9
1846	35.5	38.1	33	35.6		51
1847	41.2	46.9	36.9	36.3		52.1
1848	33.5	35.7	31.3	32.4		41
1849	36.7	38.8	31.7	39.7		28
1850	25.2	28.8	20.8	24.4		33.8
1851	24.5	26.3	21	25.8		32
1852	25.9	25.8	25.7	26.3		36.3
1853	26.9	28.9	23.5	27.6		32.6
1854	26.1	26.8	23	29.2		28
1855	33.3	38.7	25.9	31.9		34.4
1856	25.9	25.6	24.5	28.6	28.4	28.9
1857	34.2	31.2	35.1	39.9	39	34.8
1858	35	33.6	32.9	41.2	40.7	43.4
1859	33.7	31.9	32.9	38.5	37	54.9
1860	26.4	24.8	27.1	29	28.6	33
1861	26.1	24.7	25.7	29.7	29	
1862	24.8	23.6	25.5	26.4	25.8	
1863	23.4	22.6	24.3	24	23.4	
1864	25.9	25.2	26.3	26.9	26.2	
1865	24.5	24.1	23.7	26.3	26	35.9
1866	29.3	29.1	26.1	34.2	34.2	30.8
1867	25.9	25.6	25.2	27.7	27.4	38.8
1868	28.5	26	29.2	33	32.7	33.4
1869	25.4	25.5	23.7	27.5	27.4	26.5
1870	25.4	24.2	25.8	27.4	27.2	35.7
1871	31	33.6	25.8	32.9	33	36.3
1872	27.8	27.7	25.3	31.5	30.9	35.5
1873	25.2	25.1	24.4	26.4	25.9	38.3
1874	25	26.4	22.2	26.2	26	28.3

woners in

ordelijk el van Groningen.	Noordelijk deel zonder de stad Groningen.	Stad Groningen.	Westelijk en Noordelijk deel van Friesland.	Zeeland.	N. en Z. Beveland en Zeeuwsch Vlaanderen.
		24.7		26.5	
		26.9		25.1	
		27.5		32.1	
		23.6		31.6	
		24.9		31.7	
		23		25.6	
	25.8	28.4		39.4	
	30.4	35.5		37.4	
	29.9	33.2		30.7	
	22.1	45		29.6	
	18	21		26.6	
	19.5	24		27	
	21.7	25.1	22.7	33	
22.5	21.1	25.7	21.1	28.6	
23	20.6	28.6	21.4	29.1	30.9
25	23	32.4	22.8	33.8	35.4
22.5	21.1	28.1	21.4	29.8	30.4
25.5	26.2	26.7	24.4	32.6	35.1
29.8	30.8	30.7	21.3	33.8	36.1
35.5	32.8	46	35.6	35.9	36.2
31	31.3	30	25.3	24.9	26.7
24.2	23.8	25.1	26	27.6	29.8
23.5	22.7	25.4	24	26.5	27.7
21.6	21.9	20.8	22.4	27.6	28.6
23.5	22	27	24.6	28.8	31.3
25.1	24.7	28.8	25.6	31.7	34.4
30.3	22.4	52.2	21.2	24.3	24.9
19.1	17.8	24.2	19.5	27.2	29
23.2	21.6	26.9	23.7	27.8	28.9
22.4	22.1	25.9	18.7	25.6	25.9
24.6	22.7	29.2	22 6	26.2	27.3
28.2	23.8	38.4	23.2	27.9	30.4
27.5	27.5	27.6	22.7	29.2	30.7
23.9	21.7	29	21.2	24.5	23.7
22.5	21	26	20.9	23.5	23.1

TABEL III.

	BEVOLKING.			
	1840.	1851.	1862.	1871.
Noordkant v. 't IJ. .	12457	13787	14878	15860
Zaandam	11139	11665	12145	12129
Duinrand N.-Holl. . .	6236	6851	8680	10835
Haarlem.	24012	26221	29426	31282
Duinrand Z -Holl. . .	4210	4864	5313	6019
Leiden	36231	35954	37074	39959
Westrand N.-Holl. . .	4220	4751	5069	5562
Westrand Z.-Holl. . .	4052	4614	5121	5645
Zuidhoek Z.-Holl. . .	6438	7177	7116	7632
Oostrand N.-Holl. . .	5954	6271	6856	7522
Rijnstreek.	12934	13304	14351	15725
Nieuwkoopsche groep.	5516	5853	6089	6907
Amstelstrook	9974	10939	11426	13691
Weesperstrook	10549	9939	10162	11380
't Gooi	11971	13178	14177	15157
	1855.	1860.	1865.	1871.
Gemeente Haarlemmer-meer.	3056	7245	9350	11531
	1840.	1851,	1862.	1871.
N.-Holland	443334	488464	554221	587528
Amsterdam	211349	233185	263204	270054
Noorderhelft N.-Holl.	135473	151677	170373	183847
Zuiderhelft N.-Holl. zonder Amsterdam.	96512	103602	120644	133627
		1852	1859.	1869.
Noordelijk deel van Groningen		111491	118825	127384
Noordelijk deel zonder de stad Groningen .		78391	83098	88856
Stad Groningen. . . .	33484	33100	35727	38528
Westelijk en Noordelijk Friesland. . . .		180553	201149	209959
Zeeland.	151358	163318	165533	179436
N. en Z. Beveland en Zeeuwsch Vlaanderen.		89778	89992	99163
	1841.	1851.	1860.	1870.
Hoeksche Waard. . . .	22334	22853	24324	28766

TABEL IV.

Sterfte op 1000 Inwoners in:	1840 tot 1842.	1843 tot 1845.	**1846 tot 1848**	1849 tot 1851.	1852 tot 1856.	**1857 tot 1859**	1860 tot 1864.	1865 tot 1869.	1870 tot 1874.
Amsterdam. . . .	32.4	30.6	39.8	28.3	29.1	32.3	24.2	26	27.4
Noordkant v. h. IJ.	24.3	25.4	34.5	23	23.4	31.3	23.3	25.2	23.5
Zaandam.	25.4	29.4	38.4	25.1	28.8	37.4	22.7	26.4	25.1
Duinrand N. H. .	22.1	20.2	25.3	20.2	19.3	29.7	21.5	27.1	23.5
Haarlem.		26.4	33.5	25	25.1	33.9	24.8	26	26.6
Duinrand Z. H. . .	28.1	19.6	26.3	24.8	25	25.4	21.9	22.2	22.9
Leiden.	28.1	26.4	37.5	24.4	29.1	36.7	26.3	25.7	32
Westrand N. H. . .	23.2	25.5	32.5	20	22.9	35.6	24	26.2	23.8
Westrand Z. H. . .	25.3	22.8	31.9	23.9	24.4	42	29	27.3	26.5
Zuidhoek Z. H. . .	27.9	25.4	35.1	28	28.4	47.8	32.2	31.4	33.1
Oostrand (met Leimuiden.)	31	29.4	40	28.2	36	46.3	29.6	31.8	29.1
Rijnstreek	29.1	29.5	36.5	29.5	29.5	40.2	31.3	28.8	30.5
Nieuwkoops. groep.	29.3	25.6	31.4	29.8	31.8	39	32.8	31.1	29.7
Amstelstrook. . . .	31.3	31.9	50	33.8	34.7	44.9	28.8	29	30.8
Weesperstrook . . .	26.1	25.2	33.7	25.2	28	36.3	27.7	27	27
't Gooi.	32.1	27.7	30.5	28.2	30	38.9	29	28.9	29.4
Hoeksche Waard. .		33.4	48	31.3	32	44.4		33.1	34.8

TABEL V.

	Sande.			Neuende.			Heppens.			Stollhamm.			Seefeld.		
	Bevolking.	Sterfte.	Promille.	Bevolking.	Sterfte.	Promille.	Bevolking.	Sterfte.	Promille.	Bevolking.	Sterfte.	Promille.	Bevolking.	Sterfte.	Promille.
1835	938	28	29.9	1165	48	41.2	317	22		1281	34	26.6	1408	36	25.5
1836		26	26.9		44	36.5		12			27	20.9		48	33.6
1837	992	25	25.2	1248	28	22.4	312	8		1306	33	25 2	1454	38	26.2
1838		29	29.2		41	32.9		10			29	22.1		33	22.3
1839		24	24.2		39	31.4		11			40	30.5		43	28.7
1840	993	23	23.2	1240	37	29.8	314	5		1311	26	19.8	1521	21	14.5
1841		16	15.9		28	22.4		7			39	29.3		33	21.6
1842		27	26.5		34	27		5			40	29.6		37	24
1843	1031	15	14.6	1265	39	30.8	323	10		1375	39	28.3	1548	31	20
1844		21	20		26	20		5			28	20		30	19.3
1845		28	26.2		24	18		11			43	30.3		25	16
1846	1089	33	30.3	1361	51	37.5	315	10		1446	52	35.9	1570	43	27.4
1847		52	48.6		43	32.3		9			48	33.1		55	35
1848		34	32.1		87	67		12			66	45 1		42	26.6
1849		34	32.7		59	46.2		13			30	20.5		29	18.4
1850	1026	13	12.6	1249	31	24.8	346	5		146[illegible]	38	25.9	1585	39	24 5
1851		17	16.2		37	28.9		2			31	21.1		37	23.3
1852	1074	20	18.7	1309	23	17.6	342	5		1472	26	17.7	1589	35	21.9
1853		24	22.4		30	22.8		7			42	28.6		27	16.8
1854		36	33.6		34	25.7		5			40	27.4		27	16.7
1855	1071	32	30	1330	40	30	299	9		1456	40	27.4	1622	53	32.7
1856		20	18.7		43	31.1		22			31	21.5		21	13
1857		29	27.5		38	27.6		19			38	26.6		45	27.8
1858	1046	24	22.9	1400	48	34.3	576	12		1411	54	38.3	1623	34	21
1859		33	30 8		33	23.2		26			38	26.8		68	43.4
1860		26	25		26	18		26	31		51	35.9		55	35
1861	1021	33	32.3	1463	66	45.1	941	28	29.7	1427	41	28.7	1536	37	24
1862		25	24.2		67	43.8		41	40.1		33	22.8		36	22.9
1863		30	29		52	32.6		54	49		33	22.4		32	19.9
1864	1050	28	26.7	1664	60	36	1180	39	33	1485	40	27	1645	28	17.1
1865		21	19.6		46	26.2		44	30		41	27.7		25	15 2
1866		16	14.7		43	23.3		45	25.4		29	19.6		30	18.3
1867	1117	17	15.2	1931	42	21.7	2057	40	19.4	1474	37	25 2	1641	30	18.3
1868		44	39.5		77	35.1		77	34		37	25.3		31	18.9
1869		40	35.9		82	35.8		86	34.1		65	44.5		41	25.2
1870		37	33.3		64	25.9		87	32		28	19.3		35	21.5
1871	1111	30	27	2660	92	34.7	2926	163	55.6	1441	37	25.7	1625	45	27.8
1872		22	19.9		155	56.5		126	43		44	30.6		43	26.7
1873		36	32.6		59	20.8		66	39.3		40	27.8		39	24.4
1874		33	30		109	37.2		84	50		27	18.9		41	25.8
1875	1099			2931			1684			1433			1574		

(Noot.) Heppens, Neuende en Sande liggen op korten afstand van de Wilhelmshafen. Het vooral in Neuende en Heppens zeer sterk vlotten der bevolking maakt bij gemis aan jaarlijksche bevolkingscijfers de berekening der sterfte op 1000 inwoners onzeker.

Aan den Oostelijken oever van den Jahdeboezem tusschen Stollhamm en Seefeld werd in 1853 begonnen met het leggen van een dam in zee om aanslibbing te bevorderen. In 1871 was dit werk afgeloopen.

TABEL VI.

	Sterfte op 1000 Inwoners.		
	1825.	1826.	1827.
Friesland	23	48	35
Groningen	22	48	34
Stad Groningen	28.5	86	43
Noord-Holland	30.9	43	40
Amsterdam	31.3	44	41
Zeeland	32.9	43	39
Zuid-Holland	30	31.8	31.3
Zuidelijke helft van Noord-Holland zonder Amsterdam.	33	44.8	
Amstelstrook	34	52	
Weesperstrook	23	36	
't Gooi	33	34.6	

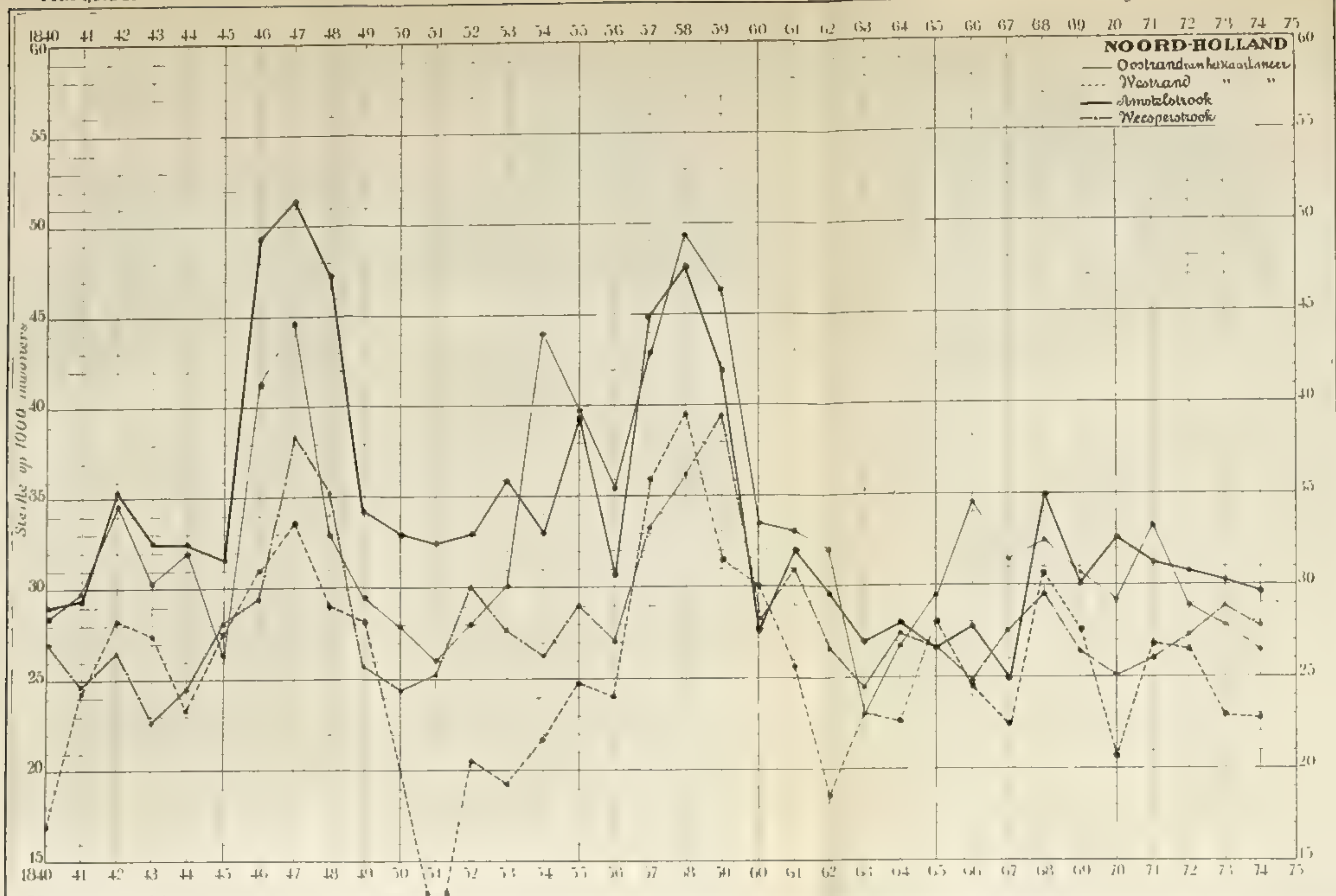
TABEL VII.

	Gemeenten om de drooggemaakte plassen van Schieland.		
	Bevolking.	Sterfte.	Promille.
1865	17697	477	27
1866	17697	480	27.1
1867	18068	617	34.1
1868	18468	459	24.9
1869	19047	417	21.9
1870	19574	517	26.4
1871	20062	526	26.1
1872	19857	563	28.3
1873	20722	562	27.1

TOELICHTING DER PLATEN.

In plaat I en II vindt men den loop der sterfte van de meeste landstreken en gemeenten, die in Tabel I en II vermeld zijn, graphisch voorgesteld. *Amsterdam* komt tweemaal voor; voor plaat I werd van de bruto-sterfte, zooals die in Tabel II is opgegeven, de sterfte aan cholera en pokken afgetrokken. Op plaat I is dus doorloopend de sterfte zonder die aan pokken en cholera voorgesteld, terwijl op plaat II A die aftrekking wel voor de *Rijnstreek* en de *Nieuwkoopsche groep* is gedaan, maar niet voor den *Hoekschen Waard*, waar alleen de cholerasterfte afgetrokken is. Plaat II B en C geven voor de daarop genoemde gewesten de sterfte zonder aftrekking; alleen voor de stad Groningen geeft eene gestippelde lijn de sterfte zonder die aan cholera aan.

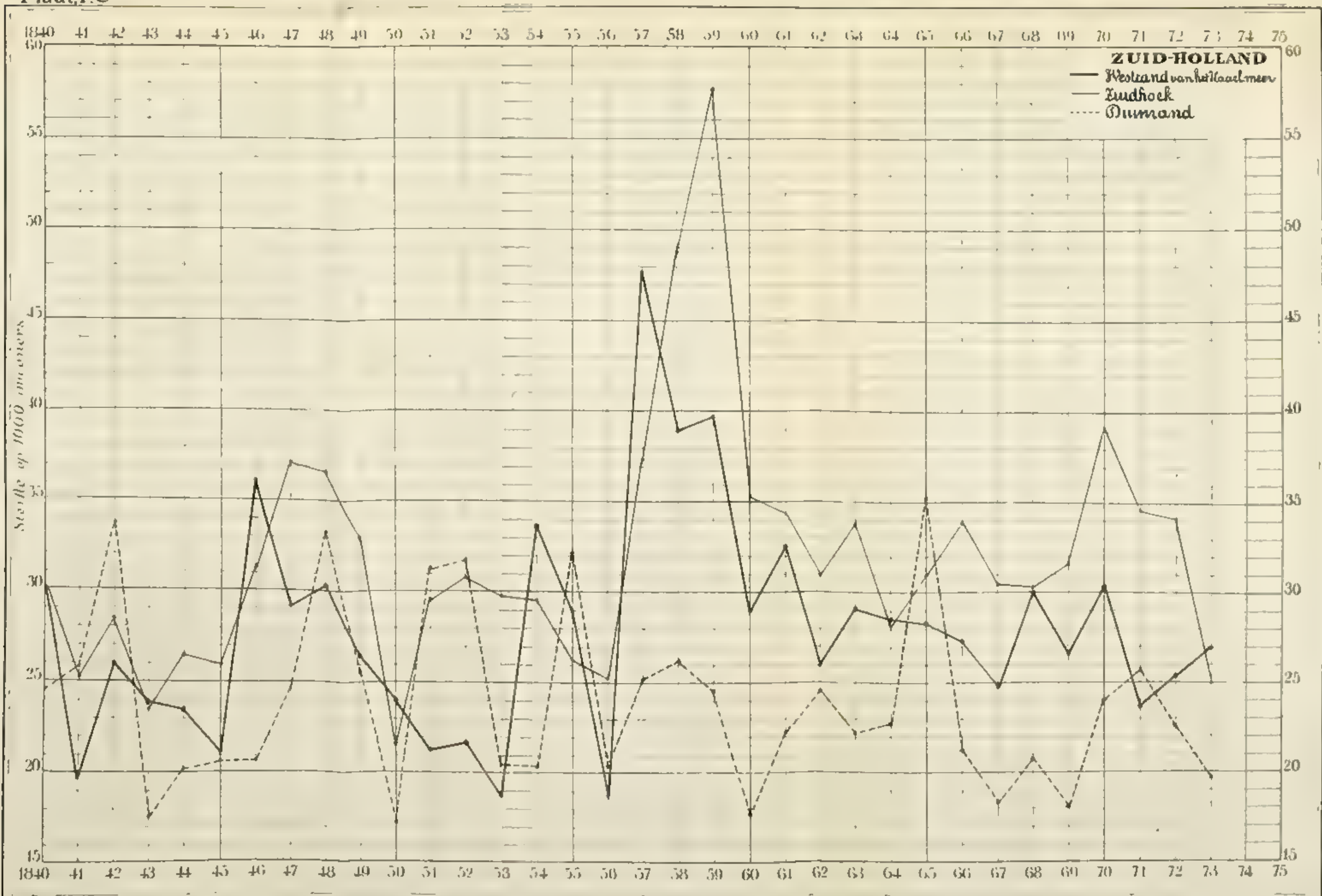
Plaat, 1. A.



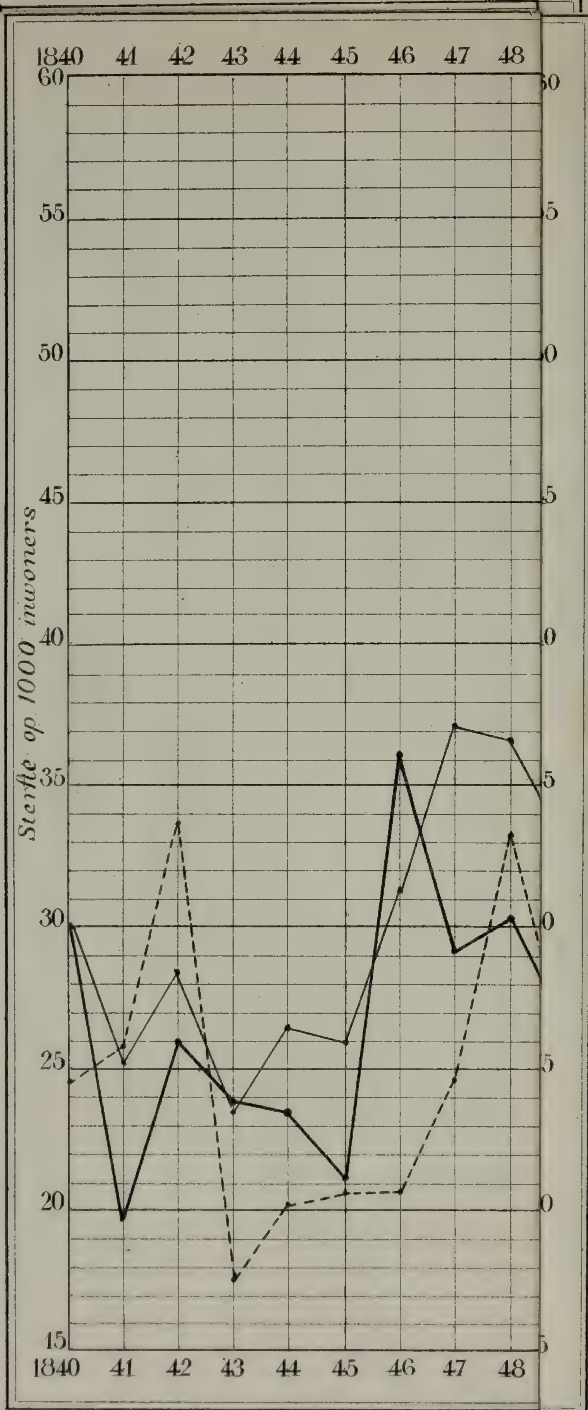
Plaat, 1. B.



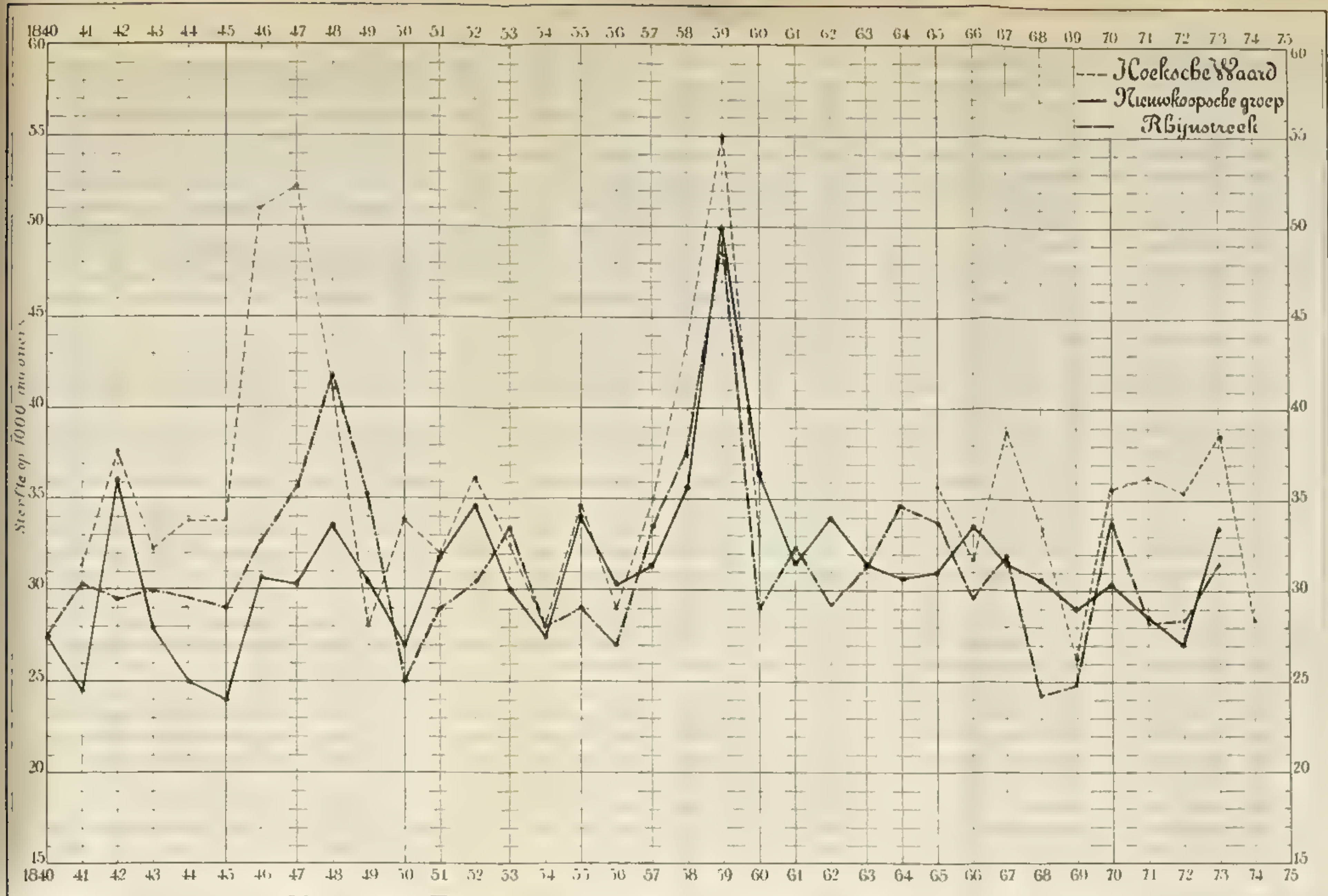
Plaat, 1. C.



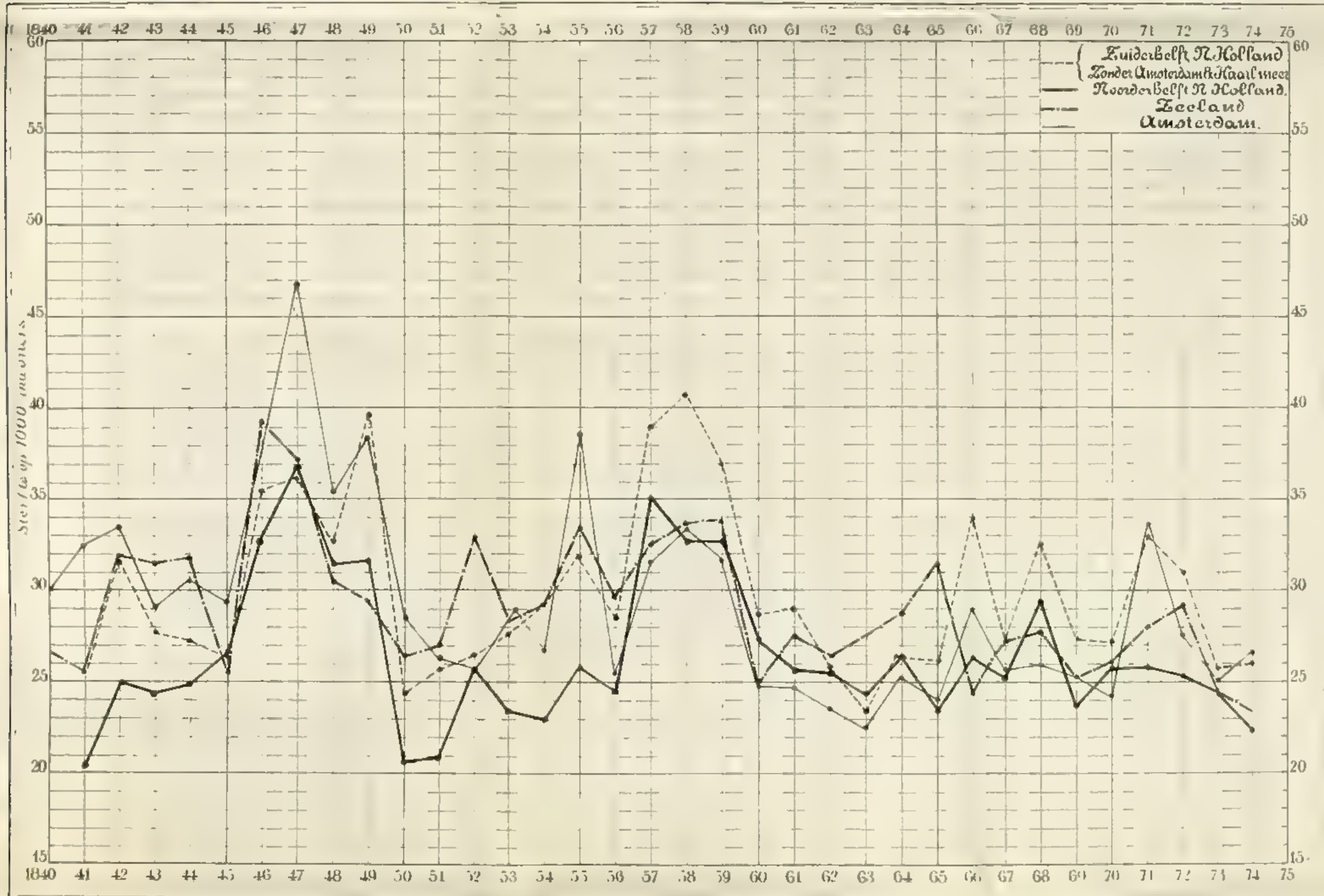
Plaat, 1. A.


1840
41
42
43
44
45
46
47
48
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
Sterfte op 1000 inwoners

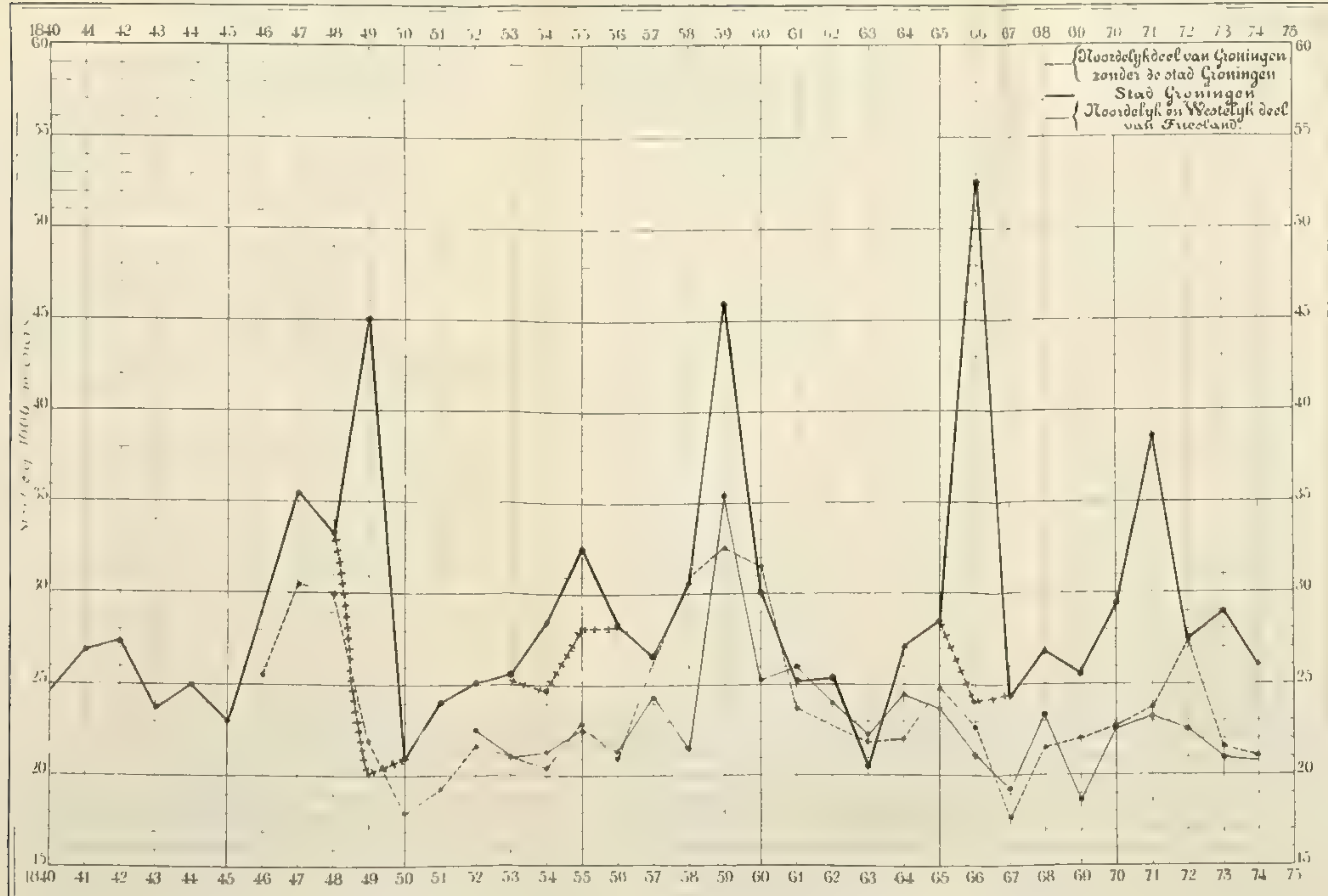
Plaat II A.



Plaat II B



Plaat II C



INHOUD

VAN

DEEL X. — STUK 1.



GEDRUKT BIJ DE BOEVER - KRÖBER - BAKELS.

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

Afdeeling NATUURKUNDE.

TWEEDE REEKS.

Tiende Deel. — Tweede Stuk.



AMSTERDAM
C. G. VAN DER POST.
1876.

BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN

IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

IX. W. Snellius, Ph. Lansbergen, Christ. Huyghens over Ludolph van Ceulen.

1. Wij hebben reeds vroeger, in N°. VIII dezer bouwstoffen gezien, hoe WILLEBRORD SNELLIUS R. F. (Rudolphi Filius) à ROYEN [zoo als hij eigenlijk heette], de werken van LUDOLPH VAN CEULEN in het latijn uitgaf, en daarop zelf over dit onderwerp een eigen werk in het licht gaf, zijn „Cyclometricus" [1]). Het is mijn voornemen niet, thans over dezen terecht zoo beroemden Leidschen hoogleeraar in het algemeen te spreken; voor dit oogenblik ten minste, zij het genoeg het een en ander omtrent hem mede te deelen, alleen met het oog op genoemden arbeid.

In dat vorige nummer werd er reeds op gewezen, dat de roem van SNELLIUS wederrechtelijk vergroot is, ten koste van hetgeen rechtmatig aan VAN CEULEN toekwam. Vooreerst was dit geheel onnoodig, omdat onze SNELLIUS op zooveel andere deelen der wis- en natuurkunde zijn naam met grooten roem heeft gevestigd; — men denke slechts aan de wet van SNELLIUS bij de straalbreking, aan het problema van SNELLIUS bij het landmeten; alle uitvindingen van onzen beroemden geleerde, hoezeer daarvan ten onrechte de namen van DESCARTES en POTHENOT plegen verbonden te worden. Maar ook zelfs op het

gebied, dat wij hier te betreden hebben, is zijn naam en zijn fijn analytisch vernuft met grooten lof te herdenken: niet omdat hij ons de methode van VAN CEULEN gaf, maar omdat hij daarvoor eene andere leverde, die tot spoediger benadering voerde.

2. Hij gebruikte daartoe de onregelmatige veelhoeken van $1073741824 = 2^{30}$ zijden, die aan VAN CEULEN slechts 16 decimalen hadden geleverd „meerder als $3\frac{1415926535897932}{10000000000000000}$ ende minder als $3\frac{1415926535897933}{10000000000000000}$" [Zie Folio 13[1] van VAN CEULEN's „Vanden Circkel, Delf 1596"; zie noot (12) van N°. VIII der Bouwstoffen]; en vond daarmede naar zijne methode een aantal van 34 decimalen. Op blz. 54 van het aangehaalde werk zegt hij daaromtrent.

„Hoc est posita diametro partis unius, tum peripheria || erit minor quam

$$3\frac{14}{100},\frac{15926}{00000},\frac{53589}{00000},\frac{79323}{00000},\frac{84626}{00000},\frac{43383}{00000},\frac{27950}{00000},\frac{28958}{00000}, \|$$

maior autem quā

$$3\frac{14}{100},\frac{15926}{00000},\frac{53589}{00000},\frac{79323}{00000},\frac{84626}{00000},\frac{43383}{00000},\frac{27950}{00000},\frac{28293}{00000}, \|$$

vides itaque usque ad quintum & tricesimum circulum *) || has notas consentire. Ludolphus per inscriptionem & || circumscriptionem hujus ejusdem polygoni duntaxat as- || secutus est hos limites $3\frac{1415926535897933}{10000000000000000}$ maiorem, & $3\frac{14}{100}$- || $\frac{15926535897932}{00000000000000}$ (sic) minorem, nos ad tricesimum quartum cir- || culum ex eodem loco produximus. vides itaque nos in || omnibus ultra duplum millesimarum vel circulorum as- || sumprorum (sic) numerum consuetam rationem semper ante- || vertere. Quinimo priusquam Archimedea adscriptione || ad adeò amplos & arctos limites devenias, opus erit longe || ulterius latera adscriptarum continuari. diligentissimus || logista, Ludolphus noster, initio facto à latere quadrati e- || andem inscriptarum

*) Dit is de vijf en dertigste decimaal.

inventionem sexagies continuavit, ad || taxationem diametri quinque & septuaginta circulorum, || & inde demum istos limites nobis summo cum labore ex- || pressit, quos ideò sepulchro suo tanquam exantlato- || rum laborum testes insculpi jussit. ||

$$3\,\frac{14159}{100000},\ \frac{26535}{00000},\ \frac{89793}{00000},\ \frac{23846}{00000},\ \frac{26433}{00000},\ \frac{83279}{40000},\ \frac{50289}{00000},\ \|$$

$$3\,\frac{14159}{100000},\frac{26533}{00000}\ (\text{sic})\ \frac{89793}{00000},\frac{23846}{00000},\ \frac{26433}{00000},\ \frac{83279}{00000},\ \frac{50288}{00000}.\ \|$$

vides ipsum adeo immani labori duntaxat unica nota nos || superare, & nos in tricesimo quarto circulo, illum in tri- || cesimo quinto desinere. ego ex |30 & 31 nostri syllabi nu- || mero ipsum una aut altera etiam nota anteverterem, si di- || ameter, secundum quam inscriptae illae taxantur, duobus || tribusve circulis fuisset auctior. ille enim in priore duntax- || at quatuor & quinquaginta circulorum fuit assumpta. || "

Men ziet hieruit, hoe SNELLIUS, en voorzeker niet ten onrechte, de verbetering, door hem aan de methode van VAN CEULEN aangebracht, niet gering achtte; ja, hij ging noch verder. In zijne opdracht

„ILLVSTRISSIMO PRINCIPI MAVRICIO *Principi Auraico, Comiti Nasso- || viae, Cattimaelibocorum, Moersae, Viandae, || Dietzae, Lingae, Burae, Leerdami: Marchioni || Verae, Vlissingae: Domino & Baroni Bredae, || Gravae, regionis Cuyck, Diestae, Grimbergae, || Arlaei, Nozeroy, S Viti, Daesburgi, Herstal- || lae, &c. Hereditario Vice-Comiti Antvver- || piae & Vesontionis: Provinciarum Foedera- || tarum Belgij Gubernatori, earundumq. Ar- || chistratego, & Achithalasso generali &c."*

zegt SNELLIUS op de derde bladzijde

„Poteram || equidem & ego tantorum virorum exemplis ab in- || stituto deterreri; cum hac in parte, Archimede exce- || pto nihil cuiquam ex voto successisset, nedum ut il- || lius industriam quispiam superavisset. . . . || . . . . || Nam & limi- || tes circuli perimetro (quod omnino palmarium vi- || debatur) circumposui & eosdem Archimedaeis non || paulo arctiores constitui. . . . || . . . || . . . . quod etsi for- || san meritò haud contemnendum videatur; cum || nunc demum tot exactis seculis novi, & Archime- || daeis angustiores limites sint inventi."

Op dezelfde wijze spreekt hij ook in zijn „Lectori benevolo.”

Hier spreekt hij dus, alsof hij met den arbeid van LUDOLF VAN CEULEN geheel onbekend was, dien hij nergens noemt; terwijl hij de naauwkeurige bepaling der bedoelde verhouding aan zich zelven toeschrijft, hoezeer hij zeer wel weet, dat de berekeningen van LUDOLF VAN CEULEN vooreerst de zijne vooraf-gegaan waren, en daarenboven altijd nog éene decimaal verder gingen. Het is niet wel te verklaren, waarom hij alhier zoo spreekt; maar door deze en dergelijke uitdrukkingen en schattingen is gewis het bovenvermelde minder gunstig oordeel over de wetenschappelijke ontwikkeling van VAN CEULEN in de wereld gekomen; dat naderhand slechts overgenomen en nog versterkt werd, zonder behoorlijk onderzoek en vergelijking der processtukken.

3. Het eerst behandelt SNELLIUS de gewone methode, die ook door LUDOLF VAN CEULEN werd gevolgd, om met verdubbeling van het aantal zijden telkens den omtrek van om- en ingeschreven regelmatige veelhoeken met hetzelfde aantal zijden te berekenen. Na de Propositio XI geeft hij (bladz. 17, 18) op, hoe men door die veelhoeken met

5.2^{4}, 5.2^{5}, 5.2^{6}, 5.2^{7}, 5.2^{8}, 5.2^{9}, 5.2^{10}, 5.2^{11}, 5.2^{13}, 5.2^{14}, 5.2^{15}. 5.2^{16}, 5.2^{17}, 5.2^{18}, 5.2^{19}, $5\ 2^{20}$, 5.2^{21}, 5.2^{22}, $2.^{30}$, 3.2^{31}, $3.5.2^{31}$

zijden telkens

2, 2, 3, 3, 3, 5, 5, 6, 7, 7, 9, 9, 10, 10, 11, 11, 12, 12, 15, 18, 19

zuivere decimalen van de gezochte verhouding vindt [de enkele drukfouten niet in aanmerking genomen]. Hij laat daarop volgen (bladz. 18)

„Atque haec materia non olim solum Apollonium Per- || gaeum, Philonem Gaditanum, & Claudium Ptolomaeum || quoque: sed hoc seculo etiam Franciscum Vietam, Adri- || anum Romanum & Ludolphum nostrum exercuit, qui omnes Archemedaeam, & Regiam viam ingressi intra inscri- || pti & circumscripti polygoni ambitum circularis periphe- || riae modulum solide conclu-serunt. reliquorum enim ψευ- || δογραφίας nunc missas fa-cio, qui aut à veritatis tramite || longe exorbitaverunt, aut intra minorem & majorem ter- || minum peripheriae modulum conclu-

dere non potuerunt: || id enim solum in hoc genere erat palmarium."

Daarop gaat hij over tot zijne eigene methode, die daarin bestaat, dat hij lijnen of vlakken construeert, waarvan hij aantoont, dat zij of kleiner of grooter moeten zijn dan eenige andere bepaalde lijnen of vlakken; opdat, zoo als hij op bladz. 25 zegt,

"Atque ita circuli peripheria intra illos limites quan- || tumvis angustos facile cogi potest, cum inscriptae & cir- || cumscriptae lineae longius inter se distent, quam utraque à || circuli intermedia peripheria. quod etiam numeris ad ean- || dem analogiam omninò explicare perfacile est."

Zijne beide hoofdstellingen zijn de 28ste (op bladz. 42), die in het nederlandsch dus luidt

Propositio (sic) XXVIII. Als men op het eene uiteinde van eene middellijn eene raaklijn plaatst en aan het andere uiteinde de middellijn met den straal verlengt; en men dan uit dit punt eene raaklijn (dit kan, zoo als huyghens later bewees, echter ook eene snijlijn wezen) aan den cirkel trekt; dan is het afgesneden stuk van de eerste raaklijn kleiner dan de aanliggende afgesneden cirkelboog.

en de 29ste op bladz. 43.

Propositio XXIX. Wanneer men op het eene uiteinde van eene middellijn eene raaklijn plaatst, en uit eenig punt van het verlengde der middellijn bij het andere uiteinde eene snijlijn trekt, zoodanig, dat het daaraan grenzende segment elijk zij aan den straal; dan is het afgesneden stuk van de eerste raaklijn grooter dan de aanliggende afgesneden cirkelboog.

Dat snellius beide stellingen zelf als hoofdzaak beschouwt, kan men opmaken uit zijne woorden op bladz. 45.

"Vides itaque peripheriam intra duos limites || per hanc & antecedentem propositionem obsessam tene- || ri, quorum hic major sit, ille minor. hoc solum porrò restat, || ut quantum facilitatis logistarum abacis hinc accedat de- || inceps calculo explicemus, cujus toedium etiam factionis || aliqua concinnitate in hoc novissimo levare placet."

Allengs tot toepassing overgaande, toont snellius aan hoeveel sterker benadering hij verkrijgt dan bijv. archimedes: de ingeschreven zeshoek levert hem bijv. eerst twee, daarna vier de-

cimalen; terwijl ARCHIMEDES daaruit hoogstens ééne decimaal zoude verkregen hebben. Op bladz. 52 beweert hij

»*Vt semper amplius duplo cha-* || *racterum numero illum* (Archimedem) *antevertamus. ubi illi ad sextum circu-* || *lum ratio diametri ad suam peripheriam desinit, nobis ad deci-* || *mum quartum facile excurrat. si ille decimum attingat, nos ultra* || *vigesimum provehamur. atque ita continuo in omnibus majori-* || *bus & minoribus constanti operis processu.*"

Zoo komt hij tot hetgeen in § 2 reeds werd aangehaald, en besluit dit (bladz. 55) met de woorden

"Tantam itaque utilitem (sic), tantamque adeò facilitatem Lo- || gistarum abacis nostrum epichirema inducit. quod tamen || longe minimum mihi videatur, prae istis, quae hinc dein- || ceps postea deducemus."

Daarop gaat hij met zijne methode door, om steeds naauwere ongelijkheden te vinden, bepaalt (bladz. 57) de naauwkeurigheid in aantal decimalen bij de opeenvolgende veelhoeken, geeft (bladz. 70) de waarde van graden, minuten en seconden in deelen van den straal tot tien decimalen en (bladz. 82, 83) een tafel met den titel

»*Latera polygonorum insriptorum quantarum diameter erit:* || 20000,00000,00000."

voor de regelmatige n hoeken, $n = 3$ tot 81 genomen.

4. Zagen wij in N°. VIII der Bouwstoffen, wat SNELLIUS gedaan heeft voor den arbeid van LUDOLF VAN CEULEN in de jaren 1615 en 1619, — en hebben wij hierboven gezien, wat hij zelf werkte over dit onderwerp in 1621; reeds vroeger had SNELLIUS de handschoen opgenomen voor de handelingen van VAN CEULEN tegen onzen PHILIPPUS VAN LANSBERGEN.

Deze toch gaf in 1616 uit zijne "Cyclometicae Novae Libri duo" [2]), die later zijn opgenomen in zijne "Opera Omnia" [3]). Maar hij had zijne benadering reeds vroeger bekend gemaakt, want de bedoelde opmerkingen van WILLEBRORD SNELLIUS, die LANSBERGEN zeer openhartig in zijn werk opnam, komen voor in eenen brief van 11 October 1607. Derhalve was SNELLIUS toen reeds bekend met de uitkomsten van LANSBERGEN. De aangehaalde plaats luidt aldus.

"Ex literis Clarissimi, Doctissimique viri || Willebrordi Snellij,

R. F. ad Philippum || Lansbergium. || Tvam verò novam quadraturam non levi- || ter admiror, qui etiam in vastissimis illis nu- || meris tam prope verum collimaris; unde fa- || cilè conjecturam capio, eam vero assidere. || Quod tamen Cl Ludolphum in ratione dia- || metri & peripheriae constituenda hallucina- || tum censes, || haud possum tecum sentire: || neque enim est ratio legittima quam ponis ||
2000000000000000000000ad6283185||3071795864769128. Sed ista
20000000000 || 000000000000 || ad 6283185307179586 || 4769252867 & amplius. Habes numeros tuis majores. Caeterum || verissimè illud notasti omnes Veterum quadraturas in numeris ma- || ximè expediri."

Snellius eindigt dien brief met deze woorden.

„Neque enim decet te Aspendium citharistam imitari, quem omnia intus || canere dicebant, ut tu quoque tibi soli sapias; sed multo magis ut publi- || cè prosis, & Belgici nominis claritatem nunc ad exteros, olim verò ad po- || steros propages. Vale Vir Clarissime, & affectum quo nos hactenus com- || plexus es deinceps porro continuato. Lugduni Batavorum XI. Octobr. || CIϽIϽCVII. || Tuus, tibique addictissimus || vvillebrord. Snellivs R. F."

5. Lansbergen stelt in zijn „Cyclometriae || Liber I. || De dimensione circuli ambitus" als grondstelling zijner methode de volgende stelling (bladz. 4, 5).

Indien men den loodrechten straal van een quadrant, en den boog zelven door achtereenvolgende halveering in 2^n deelen verdeelt, en de eindpunten der eerste stukken op den straal en op den omtrek vereenigt; dan snijdt die verbindingslijn van de raaklijn aan het begin des quadrants een stuk af, dat gelijk is aan den afgesneden boog.

„Hoc Theorema" zegt hij „totius Cyclometriae fundamentum continet. || Quare perspicuè explicari, accuratéque demonstrari debet." Doch hierin schiet hij te kort.

Ten einde deze stelling te kunnen toepassen geeft hij eenige tafels, en daaronder ook eene, waarvan hij (bladz. 12) zegt

„Tertius Canon continet subtensas || conplementorum arcuum ad semicir- || culum, qui ex continua bisectione Qua- || drantis

oriuntur, idque in mensura Ra- || dij vastissimi particul. || 100000,00000, || 00000,00000,00000,00000,00000, || 00000, 00000,0. || Quem Canonem sum- || ma industria, atque indefesso labore sup- || putavit logistarum nostri seculi Princeps || *Ludolphus à Collen*, eundemq; abhinc octennium nobiscum perhuma- || niter communicavit."

Deze tafel gaat „ad bisectionem Quadrantis 46^{m}" en geeft 53 decimalen.

Naar zijne methode verkrijgt LANSBERGEN twaalf decimalen door denzelfden boog, die aan VAN CEULEN tien decimalen leverde (bladz. 32).

„Quae ratio perimetri ad diametrum [namelijk 31415, 92653, 58978 *), 3238....] multò accuratior est illâ quam || Clarissimus *Ludolphus à Collen*, in opere suo Cyclometrico, ex eiusdem || arcus inscripta & circumscripta demonstravit, nimirum vt 100000, || 00000,00000,0 ad 31415, 92653, 58978, 32 minorem iustà; 131415, || 92653, 58978,33 iustà maiorem. Vtraque enim duabus ultimis notis || deficit à nostra."

Twee bladzijden verder vindt hij de sterkere benadering in 28 decimalen, (waarin hij de, in den straks vermelden brief van SNELLIUS, niet juiste waarde verbeterd heeft); daarop laat hij volgen (bladz. 34)

„Cuiusmo- || di est quem magnus Logista Ludolphus à Collen supputavit ad Dia- || metri circulos 75 (sic). Verùm quia tam infiniti numerorum anfractus, || nec usum habent ullum, nec ad Cyclometriae perfectionē ullo mo- || do faciunt, non libet nobis ultra *λεπτολεσχεῖν*."

en bladz. 36,

„Et nostro tempore priscos omnes antecedens in- || comparabilis Logista Ludolphus a Collen demonstravit peripheri- || am circuli cuius diameter ponitur particul..... Cuius vestigijs etiam nos insistētes osten- || dimus circuli cuius diameter est.... perimetrum esse minorem quam...."

Uit al deze aanhalingen blijkt het, hoe hoog VAN CEULEN ge-

---

*) Deze 8 moet eene 9 zijn, ook naar de voorafgaande berekening: dezelfde cijferfout begaat LANSBERGEN eenige regels lager bij het aanhalen der uitkomst van VAN CEULEN.

schat werd door onze LANSBERGEN; maar dat deze evenwel zijn eigen werk nog beter oordeelde.

Maar met deze bewerkingen was LANSBERGEN niet tevreden: hij zegt toch op blz. 37

„Reli- || quum est vt in Cyclometria Dinostrati deinceps tentemus, quod in || Archimedaea, Deo juvante, fecimus & perfecimus."

en na de opgave van eene eerste stelling daarover,

„Inter lineas quas quae Geometrarum scriptis celebrantur, duae prinum || locum obtinent, Admirabilis & τετραγωνίζουσα."

Omtrent deze, de Quadratrix van DINOSTRATUS, geeft LANSBERGEN nog een tiental stellingen en werkstukken.

Daarop begint bladz. 53, de „CYCLOMETRIAE || LIBER II. || D (sic) dimensione Circuli areae." die op blz. 62 eindigt, en waarin hij slechts de eigenlijke quadratuur met de rectificatie in verband brengt; dat is de betrekking nagaat van den inhoud en den omtrek van cirkeldeelen, uitgedrukt in het vierkant van den straal en den straal zelven als eenheden.

Tegen LANSBERGEN en zijne methode, schreef nog in hetzelfde jaar een Schot, ALEXANDER ANDERSON zijne „Vindiciae Archimedis [4]), een geschrift van slechts zeven bladzijden.

6. Het was in den jare 1654 dat CHRISTIAAN HUYGHENS in zijne „De Circuli Magnitudine inventa" [5]) op deze benaderingen terugkwam. Hij vangt zijne „PRAEFATIO" aldus aan.

»*Circa antiquum Tetragonismi* || *problema, quo vel apud Ma-* || *thematum ignaros nihil est cele-* || *brius recens operae pretium nos* || *fecisse rati, & quaedam hactenus, compertis* || *meliora ut putamus consecuti, Geometris ea* || *demonstrata impertiri volumus....* || .... || *Nos autem propiorem* || *determinationem nunc exhibemus ostendimus-* || *que, quod* duobus sumptis polygo- || nis proportione mediis inter in- || scriptum circumscriptumque ip- || sis simile, minoris eorum perime- || ter circumferentiâ circuli major || existit, reliquum vero polygonum eâdem proportione circuli || aream exuperat. *Et hoc quidem ut in-* || *ter ea quae demonstraturi sumus & difficilli-* || *mum & contemplatione praecipué dignum vi-* || *deatur, alia tamen sunt non accuratiora modò,* || *sed quae & usu magis probentur; quae sanè hic* || *in antecessum non recensebimus.*"

Verder zegt hij, hoe hij behalve den gewonen meetkundigen weg, ook de theorie van het zwaartepunt bij zijne bewijzen heeft gebruikt.

»*Cum igitur dupli-* || *cem propositi tractationem institueri-mus,* || *primùm ea tradendo quorum demonstratio* || *consuetis Geometriae elementis contenta est,* || *deinde centrorum gravitatis quoque considera-* || *tionem adhibendo :*"

Omtrent die eerste methode geeft hij op.

»*Ex polygonis autem* || *laterum* 10800, *cum iis qui veterem insi-* || *stunt viam vix hi peripheriae termini exi-* || *stāt* 62831852 & 62831855, *ad diametrū* || *partium* 20000000, *nostrâ Methodo isti* || *prodiisse cernētur,* 6283185307179584, || 6283185307179589;"

maar de tweede methode, met behulp van het zwaartepunt, geeft nog veel sterker benadering.

»*E sexagintā-* || *gulo autem inter hosce eam contineri probamus* || 31415926538 & 31415926533, *po-* || *sitâ diametro partium* 10000000000, *cum* || *solitâ methodo vix isti producantur* 3145, || 3140. *Adeo ut triplus jam & ultra sit verarum hîc notarum numerus, sicut per praecedentia du-* || *plus.*"

Hij eindigt die voorrede met de volgende opmerking.

»*Comperimus autem & Renatum Cartesium,* || *cujus viri inventis cum Philosophia universa tum* || *Mathesis plurimum illustrata est, nonnulla quae* || *huc spectent scriptis mandasse. Ea vero defuncto* || *ipso in commentariis reperta feruntur, neque ad-* || *huc rescire potuimus quâ industriâ aut eventu* || *hisce manum admoverit. VVillebrordi autem* || *Snellii geometrae eruditi Cyclometricus extat,* || *multo labore conscriptus, quique omnis in his est.* || *Atque ille non exiguam laudem promeritus vide-* || *retur, si praecipua duo theoremata, quibus onme* || *id opus velut fundamentis superstructum est, de-* || *monstrare potuisset. Sed quas ibi pro demonstra-* || *tionibus haberi postulat, propositum minimè com-* || *probant: ipsa verò theoremata, sicut in utroque* || *evidenti ratione nos ostendimus, praeclaram con-* || *tinent veritatem. Et ea quidem sequentibus me-* || *ritò inserenda putavimus, quod causae eorum ànostris pendeant inventis.*"

Even als SNELLIUS, zocht ook HUYGHENS tot meer en meer nauwe ongelijkheden te geraken, zoowel wat den inhoud, als wat den

omtrek des cirkels betreft. De boven in de voorrede aangehaalde stelling, komt voor op bladz. 23, als Theor. XI. Prop. XIV. Hij besluit deze stelling (bladz. 27) met de opmerking, dat daarmede tevens de ongerijmdheid wordt bewezen van het beweren van ORONTIUS FINAEUS: Wanneer men tusschen de zijden van de om- en ingeschreven vierkanten twee meetkundig midden-evenredigen construeert, dan is de omtrek van de kleinste figuur *gelijk* aan den omtrek des cirkels, de inhoud van de grootste figuur *gelijk* aan den inhoud des cirkels. Deze had dus gemeend, dat de omtrek zoowel als de inhoud des cirkels $2\sqrt[3]{4}$ waren, dat is $= 2 \times 1,5...$

De daarop volgende beide stellingen Theor. XII. Propos. XV en Theor. XIII. Propos. XVI zijn dezelfde als in § 3 behandelde hoofdstellingen Propos. XXIX en XXVIII van WILLEBRORD SNELLIUS; waarbij HUYGHENS van de eerste zegt.

„Hoc Theorema alterum est ex iis quibus Cyclometria || Willebrordi Snellii tota innititur, quaeque demonstrasse || videri voluit, argumentatione usus quae meram quae- || siti petitionem continet. Sed & alterum subjungemus, || quod utile est imprimis & contemplatione dignissimum."

Bij de volgende stelling Theorema XIV. Propos. XVII (bladz. 31) worden de eigenschappen van het zwaartepunt reeds gebruikt. Daardoor komt hij eindelijk tot zijne laatste stelling Theor. XVI, Propos. XIX (bladz. 37).

Iedere boog, kleiner dan een halve omtrek, is grooter dan de som van zijne koorde in het derde deel van het verschil tusschen deze koorde en zijn sinus: kleiner daarentegen dan de som van de koorde en eene vierde evenredige tot 1°. de som van tweemaal de koorde een driemaal de sinus, 2°. de som van viermaal de koorde en de sinus, 3°. het derde deel van het verschil tusschen koorde en sinus.

En hiermede vindt hij in Problema IV. Propos. XX bladz. 43, uit den regelmatigen 60 hoek de verhouding met negen juiste decimalen, uit de voorrede hierboven aangehaald. Hij besluit deze redeneering en zijn geheelen arbeid met de woorden (bladz. 44).

„Utile hoc ad sinuum tabulas examinandas. || Imo ad componendas quoque: quià cognità arcus ali- || cujus subtensâ, etiam

ejus qui paulò major minorve sit || satis accuratè definiri potest."

7. Het tweede gedeelte van het aangehaalde werk bevat: ILLVSTRIVM QVORVNDAM || PROBLEMATUM CONSTRVCTIONES (bladz. 45—72.). Zij zijn de volgende.

bladz. 45. PROBL. I. Datam sphaeram plano secare, ut portiones inter || se rationem habeant datam.

" 49. PROBL. II. Cubum invenire dati cubi duplum.

" 51. PROBL. III Datis duabus rectis duas medias propor- || tionales invenire (3 constr.).

" 56. PROBL. IV. Qvadrato dato & uno latere producto, aptare sub || angulo exteriori rectam magnitudine datam quae || ad angulum oppositum pertineat.

" 57. PROBL. V. Dato quadrato, & duobus contiguis lateribus pro- || ductis, aptare sub angulo interiori rectam magni- || tudine datam quae per angulum oppositum transeat. || Oportet autem non minorem esse datam quam sit qua- || drati diameter dupla.

" 59. PROBL. VI. Rhombo dato, & uno latere producto, aptare sub || angulo exteriori lineam magnitudine datam quae || ad oppositum angulum pertineat.

" 62. PROBL. VII. Rrombo (sic) dato & duobus contiguis lateribus produ- || ctis, aptare sub angulo interiori rectam magnitu- || dine datam quae per oppositum angulum transeat. Opor- || tet autem datam non minorem esse quam duplam diame- || tri quae reliquos rhombi angulos conjungit (2 constr).

" 69. PROBL. VIII. In Conchoide linea invenire confinia || flexus contrarii.

8. Het schijnt hier de plaats, om even stil te staan bij hetgeen J. F. MONTUCLA over deze verschillende personen en methoden zegt in zijne "Histoire des recherches sur la quadrature du cercle" [6]).

Hij begint op bladz. 45 aldus.

"Il semble en effet que les Géo- || metres desesperant d'atteindre à la me- || sure précise du cercle, ont cherché à || s'en dédommager per des approxima- || tions d'une exactitude fort supérieure à || nos besoins. Cette de *Viete* fut effacée ||

par celle d'*Adrianus Romanus:* ce Géo- ‖ metre des Pays-bas calcula labo- ‖ rieusement la grandeur du côté d'un ‖ polygone de 1073741824 côtés, & dé- ‖ termina par ce moyen le rapport en 16 ‖ chiffres de 1,00000,00000,00000, ‖ à 3,14159, 26535,89793 +; mais ‖ ce travail de *Romanus,* quelque grand ‖ qu'il soit, est cependant encore beau- ‖ coup inférieur à celui que *Ludolph* ‖ *van Ceulen*, son contemporain, eut ‖ le courage d'entreprendre. On doit à ‖ celui-ci une proportion exprimée en 36 chiffres."

Na eene uiteenzetting der methode van VAN CEULEN, vervolgt hij (bladz. 47)

„La suite des opérations ‖ de *Ludolph*, est exposée dans quelques- ‖ uns de ses ouvrages òu les Géo ‖ metres de son tems purent l'examiner."

Naar hetgeen wij in N°. VIII der Bouwstoffen hebben gezien, vergist zich MONTUCLA hier in het aantal cijfers, evenzeer als in de geboorteplaats van VAN CEULEN en in diens betrekking, waaromtrent hij in eene noot op bladz. 46 schreef.

„*Ludolph* étoit de Cologne, d'où lui vient ‖ son nom de *van Ceulen*, car Cologne se dit en ‖ en (sic) Hollandois *Ceulen:* il fut long-temps Pro- ‖ fesseur de Mathématiques en Hollande, à ‖ *Amsterdam* ou *Breda*. On ne sçait presque rien ‖ de lui." Op bladz. 47 vervolgt MONTUCLA.

„Le P. *Griemberger*, un de ceux qui ‖ eurent le courage de le faire, assura le ‖ monde sçavant de leur justesse, & par ‖ conséquent de celle de l'appromixation ‖ qu'il en tiroit."

Deze CHRISTOPHER GRIMBERGER schreef in zijne „Elementa trigonometrica [7]) op de vijfde bladzijde, over de verhouding van den omtrek tot den straal des cirkels:

„Qui (numeri) licèt non sint absolutè ‖ veri; sunt tamen tam accurati, vt accuratiores ‖ nè circuli quidem coelestes desiderent, & fortas- ‖ sis Logistae hactenus hisce maiores non conspe- ‖ xere. Quas autē prodidit Ludolphus à Colen ‖ sunt hisce minores quinque figuris, vt videre est ‖ ad propositionem 31. Cyclometrici Villebrordi ‖ Snellij, quo nemo alius quod sciā melius atq. ad ‖ praxin dimensionis circuli accommodatius, nego- ‖ tium hoc pertractauit: cuius praeceptionibus in- ‖ sistens tentare coepi, vtrum ex meis finibus ma- ‖ ioribus, & ex cōtinuis hi-

sectionibus Arcus gra- || duum 3. easdem circumferentias elicere pos- || sem, quas Ludolphus; resq. successit penitus ex || voto Omnes enim 35. figuras reperi easdem || sicq. omnem dubitandi occasionem sustuli, quae || circa huiusmodi calculos oriri solet. Certè || quod ad me attinet certiores alios accuratio- || resq. iam amplius non desidero. || *Proportio Semidiametri, ad Semiperi- || pheriam vera minorem, & maiorem.* || Est vt || 100000,00000, 00000,00000,00000 || 00000,00000,00000. Semidiameter vera. || Ad || 314159, 26535, 89793, 23846, 26433, || 83279, 50288, 4199. Semiperipheriam ma- || iorem vera, vel || 314159, 26535, 89793,23846, 26433, || 83279, 50288, 4196. Semiperipheriā mino- || rem vera."

Vervolgens spreekt MONTUCLA over den grafsteen van VAN CEULEN: voor dat hij daarop tot SNELLIUS overgaat, met wien hij veel ophad, schrijft hij (bladz. 48).

„Cependant à apprécier au juste || le travail immense de *Ludolph*, il est || bien plus propre à lui procurer la ré- || putation d'un infatigable calculateur || que d'un homme de génie. On fait, & || avec quelque raison, en Mathémati- || que, peu de cas de ce qui n'est que le || fruit de la patience. Sans rabaisser donc || le mérite de *Ludoph* (sic), que nous sçavons || d'ailleurs avoir été un habile analyste" — (een der oordeelen, die later hebben ten gevolge gehad, dat VAN CEULEN te zeer miskend is geweest) — il me paroît que le Géomètre dont je || vais parler mérite plus d'éloges pour || les découvertes qu'il ajouta à la Cyclo- || métrie.

Willebrord Snellius, c'est ce Géome- || tre, se proposa d'abréger ces pénibles || opérations,.... || Ces deux theorêmes réduisent à || moins de la moitié le travail des ap- || proximations qui jusqu'alors avoient || exigé de si laborieux calculs."

Over LANSBERGEN spreekt MONTUCLA niets, maar omtrent HUYGHENS zegt hij (bladz. 56).

„Le célèbre M. *Huygens* entra || peu d'années après *Snellius*, dans la || même carrière que celui-ci avoit ou- || verte. Les premiers coups d'essai de ce || Mathématicien illustre furent d'enri- || chir la Cyclométrie de plusieurs vérités || utiles; ce que *Snellius* avoit tenté & || laissé à certains égards imparfaits, M. || *Huygens*, encore fort jeune, le per- || fectionna considérablement."

Het scheen niet onbelangrijk, hier deze meeningen van MONTUCLA weder te geven, al ware het dan met korte woorden; hij, die hiervan meer bijzonderheden wil weten, neme het boekje van MONTUCLA zelf ter hand. Maar naar hetgeen in dit en in vorige nummers dezer Bouwstoffen is medegedeeld, vindt men geene aanleiding, meen ik, om het door mij uitgesproken oordeel te wijzigen. Trouwens, men moet bij de beoordeeling der voorstelling van MONTUCLA niet vergeten, welke de omvang van zijn arbeid is aan den eenen kant; en hoe aan den anderen kant, in het onderhavige geval, de omstandigheid in het oog te houden is, dat de werken van LUDOLF VAN CEULEN oorspronkelijk in het nederlandsch geschreven zijn; welke taal wel niet door MONTUCLA met het noodige gemak zal gelezen zijn.

AANTEEKENINGEN.

---

1)* VVILLEBRORDI SNELLII R. F. || CYCLOMETRICVS, || De circuli dimensione secundum Logista- || rum abacos, & ad Mechanicem accuratis- || sima; atque omnium parabilissima. || *Êiusdemque usus in quarumlibet adscriptarum* || *inventione longe elegantissimus, & || quidem ex ratione diametri ad || suam peripheriam data.* || vignette: Een arend met lint, waarop de woorden: CONCORDIA RES PARVAE CRESCVNT. || LVGDVNI BATAVORVM, || Ex Officinâ ELZEVIRIANA, || ANNO CIↃIↃCXXI. in 4º.

XX bladz. (zonder pagineering), bevatten: titel, en in verso een gedicht van PETRVS CVNAEVS. J. C. (1 blz.) de opdracht van Prins Maurits (5 blz.) en de „Lectori Benevolo" (13 blz.) en daarachter de „Errata."

A—N (blz. 1—102) bevatten.

Blz. 1—86 Propositiones I—XXXIX.

Blz. 87 (zonder pagineering) een vers van JOH. ISACIVS PONTANVS.

Blz. 88 wit.

Blz. 89—102. APPENDICVLA, || ET || CYCLOMETRICES || VSVS." Problemata VI.

2)* PHILIPPI LANSBERGII || CYCLOMETRIAE NOVAE || LIBRI DVO || *Ad Illusstrissimum Principem* || MAVRICIVM NASSOVIVM || ET || *Illustres ac Potentes Zeelandiae Ordd.* || vignette: Eene voorstelling van de zon met de planeten. || ὁ Θεός ἀεὶ κυκλομετρεῖ. || MIDDELBVRGII. || Ex officinâ RICHARDI SCHILDERS. || CIↃIↃCXVI. in 4º.

A (8 blz. zonder pagineering) bevat Titel en in verso een grieksch vers van DANIEL HEINSIUS: || daarna de opdracht (4 blz.) gedateerd „Middelbvrgi Zelandiae, pridie Idus Januar. CIↃIↃCXVI." Daarop een brief „Ex literis Clarissimi, Doctissimique viri || Willebrordi Snellij. R. F. ad Philippum || Lansbergium" (2 blz.) geschreven. „Lugdini Batavorum XI. Octobr. CIↃIↃCVII." Eindelijk een „*Lectori benevolo. S.*"

B—K, blz. 1—63 bevatten
Blz. 1—52. LIBER I. De dimensione circuli ambitus.
Blz. 53—62. LIBER II. D(sic) dimensione Circuli areae.
Blz. 63 (zonder pagineering) bevat de „Graphica sphalmata (6)
De figuren zijn tusschen den tekst gedrukt met rooden inkt.

[8])*[PHILIPPI || LANSBERGII, || ASTRONOMI || CELEBERRIMI, || OPERA OMNIA. || vignette: eene zonneweg met de aarde en het motto „Hinc Omnia lustrat." || MIDDELBVRGI ZELANDIAE || Apud || ZACHARIAM ROMAN. || M.DC.LXIII. in fol.

De titel is gegraveerd: rondom den beschreven titel de afbeeldingen ten voeten uit, van boven afgerekend.
Links: Aristarchus Samius, Ptolemeus, Rex Alfonsus.
Rechts: Hipparchus Rhodius, Albategnius, N. Copernicus.
Onderaan de borstbeelden, links van Tycho Brahé, rechts van P. Lansbergius.
A. V. Vonne, in en *D. Bremden sc.*
In verso van den titel gegraveerd een fraai portret „*W. Delff-sculpsit*" met het randschrift „PHILIPPUS LANSBERGIUS GANDAVENSIS AETATIS SUAE ANNO LXVII," en daaronder het vers

Sidera qui terris, totumq; relinquit Olympum,
Monstratur aetheris novi,
Jam pridem coeli vetus incola, corporis aegri
Pertaesus, et nostri satur,
Umbram animi, coeloq; oculos quos fixit, amicis
Sic consecrat Lansbergius.
D. Heinsius.

XII bladz, bevatten een titel vóór dezen gegraveerden titel. Daarna de opdracht van Zacharias Roman aan de Staten van Zeeland (6 bladz.): de „Index operum" (1 bladz.) en een vers van D. Heinsius (1 blz.)
Het werk is verdeeld in X afzonderlijke stukken, die allen met blz. 1 aanvangen, en een afzonderlijken titel bezitten, van verschillende jaren.
Het eerste stuk, dat hier noodig is, heeft tot titel
PHILIPPI LANSBERGII || TRIANGULORUM || GEOMETRIAE || LIBRIQUATUOR; || In quibus novà & perspicuà methodo, & ακποδεζεί tota ipsorum || Triangulorum doctrinaex plicatur. || *Item* || PHILIPPI LANSBERGII || CYCLOMETRIAE NOVAE || LIBRI DUO. || Ab Autore recognita, multisque in locis aucta. || vignette: eene sterrekundige figuur. || MIDDELBVRGI ZELANDIAE, || Apvd *Zachariam Roman*, Bibliopolam. || CIƆIƆCLXIII. in folio.
In verso van den titel een „JANI DOVSAE FILII CARMEN (1 blz.)

daarop de opdracht van Philippus Lansbergius „ad Consules et Senatum," gedateerd „Goesae III Kalend. April. Anno Chisti CIƆIƆXCI."

A—P (blz. 1—118), waarvan blz. 89—118 bevatten het werk van noot (2), behalve den titel en de fouten. De figuren zijn hier zwart.

4) VINDICIAE || ARCHIMEDIS. || SIVE || ELENCHVS || CYCLOMETRIAE NOVAE, || a PHILIPPO LANSBERGIO || nuper editae || *Per* ALEXANDRVM ANDERSONVM, *Scotum.* || PARISIIS, || Apud JOANNEM LAQVEHAY. In Monte Diui Hila- || rii, in Area Albretiae. || M.DC.XVI. in 4°.

IV bladz., dan bladz. 1—7, eene bladzijde wit.

5)* CHRISTIANI HUGENII, CONST. F. || DE || CIRCULI || MAGNITUDINE || INVENTA. || ACCEDVNT EIVSDEM || Problematum quorundam illustrium || Constructiones. || vignette: Een boom met klimplant en man, NON SOLUS || LVGDVNI BATAVORVM, || Apud JOHANNEM & DANIELEM ELZEVIER. || Academ. Typograph. || CIƆIƆLIV in 4°.

VIII bladz, zonder paginatuur, bevat: titel en PRAEFATIO (6 blz.).

A—I blz. 1—71.

Bladz. 1—44. DE || CIRCVLI MAGNITVDINE || INVENTA. Propositiones XX.

Bladz. 45—71. ILLVSTRIVM QVORVNDAM || PROBLEMATVM CONSTRVCTIONES. Problemata VIII.

Blz. 73 (zonder pagineering) de „ERRATA."

6)*HISTOIRE || DES RECHERCHES || SUR LA || QUADRATURE || DU CERCLE; || Ouvrage propre à instruire des découver- || tes réelles faites sur ce problême célé- || bre, & à servir de préservatif contre || de nouveaux efforts pour le résoudre: || *Avec une Addition concernant les problêmes* || *de la duplication du cube & de la trisec-* || *tion de l'angle.* || vignette || A PARIS, || Chez CH. ANT. JOMBERT, Imprimeur- || Libraire du Roi en son Artillerie, rue || Dauphine, à l'Image Notre Dame. || M.DDC.LIV. || *Avec Approbation & Privilege du Roi.* in 8°.

a—e. blz. i—xliij (gepagineerd) bevatten de titel; PRÉFACE (29 bladz.), AVIS AU LECTEUR (1 bladz.), TABLE DES MATIÈRES, SOMMAIRES (12 bladz.), APPROBATION *du censeur Royal.* Daarop 4 bladz. (niet gepagineerd) bevatten PRIVILEGE DU ROI (3 bladz.) en ERRATA.

A—N, blz. 1—304, het werk zelf, waarvan bladz. 295—304. TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIERES."

Nog 4 bladz. (niet gepagineerd) LIVRES DE MATHEMATIQUE.

Van dit werk bestaat een tweede druk, die te Parijs in 1831 is uitgekomen.

7) ELEMENTA || TRIGONOMETRICA || ID EST | SINVS TANGENTES || SECANTES || In Partibus Sinus totius || 100000. || CHRISTOPHORI GRIENBERGERI || E. Societate JESV || *Rerum Mathematicarum* || *Opusculum Secundum.* || ROMAE. Per Haered. Barthol. Iun. 1630. || *Superiorum permissu.* in 8°.

Dit werk is opgedragen aan „Illustrissimo & Excellentissimo || PRINCIPI || JACOBO. || BONCONPAGNO || SORAE DUCI. || Christophorus Grienbergerus || E Societate Jesu. S. P. D."

BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

X. Cornelis van Nienrode.

1. Onder de Nederlanders, die zich bemoeiden met de quadratuur van den cirkel, komt ook voor de weinig bekende landmeter en rekenmeester te Utrecht, CORNELIS VAN NIENRODE. Ik bezit van zijne hand twee werkjes, die beide zeldzaam zijn: het eene betreft het bovenvermelde onderwerp, het andere is eene uitgave van Euclides. Het zal wel niet overbodig mogen heeten, omtrent beide boekjes het een en ander mede te deelen.

2. Zijne „Volkomen Proportie des Circkels diameter teghen synen ronden om-loop" [1]) kwam uit in 1628. Het bevat bovendien, volgens den titel, eene oplossing van het vraagstuk van de deeling eener lijn in uiterste en middelste reden, door de ouden „Sectio Aurea," door de Duitschers nog thans „der goldene Schnitt" genoemd.

In de opdracht

„Aan de || EDELE, MOGHENDE, || WYSE, VOORSICHTIGHE || Heeren, mijn Heeren de Staten van || der Provintie van Vtrecht. || Midtsgaders de || ERNTFESTE, WYSE, VOOR- || SICHTIGHE ENDE ACHTBARE || Heeren Burghermeesters, Schout, Schepenen || ende gantsche Vroedtschap der loflijcker Stadt || Vtrecht."

zegt hij onder anderen (bladz. 4, 5).

„Maer onder alle de menighvuldighe subtilitey- || ten die hier

inne ghevonden vvorden, isser noch || een onder dese alle, hoe vvel hy in 't aansien slecht || is, ende van den kinderen gemaeckt kan vvorden, || dat is eenen rondē Circkel, die dese in subtijlicheyt || ende vvonder soo verre te bovē gaet, als de Son de || Maen te boven gaet in heerlijcheyt. Ende en heeft || noyt soodanighen Naturalist op aerden ghevveest, || die desselven natuer ofte reden heeft vveten te || beschrijven. Doch is van vele konst-rijcke geesten || seer na by gheraemt, voornemelijck voor eenighe || vveynighe jaren in dese Nederlanden, van den || kloeck-sinnigen LVDOLPH VAN CEVLEN, || de vvelcke oock om sijns verstants vville in deser || sake tot eenen Professoor ghestelt is, om dat dese || Landē doch meer ende meer hier in souden bloe- || yen ende toe-nemen, seer nauvve bepaelt, door || vvelckers nauvve palen ick voorts door Godes || gratie ghekomen ben tot volkomen kennisse van || den selven Circkel, . . . || . . . || tot || groot gherief niet alleen den Konstenaers deser || Landen, maer gheheel Christenrijck, jae gheheel || de Werelt."

Ook in het „Tot den Lief-hebbers der loflijc- || ker MATHEMATYCKE Konste," spreekt hij met lof van

„MR. LVDOLPH VAN CEVLEN, *over- || midts hy door syne vindinghe inder Irationalen al- || lersijdighe figueren, de reden des Diameters teghen || sijnen om-loop, als in der handt ghehadt heeft, ende || t'elckens als eenen gladden ael daer uyt ontvvrongen || ende ontkropen is.*"

Op hem wenscht hij te bouwen, omdat hij

„*met mijn groote || vverck noch zoo haest niet veerdigh soude vvesen als || vele liefhebbers vvel vvilden . . . soo heeft het my goet ghedocht hier van soo || kort als 't moghelijck vvas yet vvat by malkander te || voeghen.*"

Deze voorreden heeft tot datum „*Datum t'Vtrecht den* 1. *October* 1628."

Van dit „*groote werck*" schijnt nimmer iets gekomen te zijn, evenzeer als wij dit in N°. I dezer Bouwstoffen zagen omtrent de voornemens van EZECHIEL DE DECKER, die een „goede vrient" van onzen schrijver was (zie bladz. 14).

Vooreerst behandelt hij de „*Surdische ghetallen*" en daaronder de „*Communicanten*", dat is zulke wortelgrootheden, die „*Commensurabiles*" zijn, dat is die eene meetbare verhouding

hebben. Hierbij gebruikt hij het teeken $\sqrt{}.\sqrt{}$, niet om den vierde-machtswortel uit te drukken, zoo als men thans doet, maar om den derde-machtswortel voor te stellen.

Na eenige vraagstukken, komt hij (bladz. 19) tot de volgende waarde voor de verhouding tusschen den omtrek en de middellijn des cirkels.

$$3\frac{14159265338979323846264433}{100000000000000000000000000} \Big\| \frac{8327950}{0000000}$$

wanneer men ten minste de breuk, die hij geeft, eerst omkeert, en dan de noemer met tien vermenigvuldigt. Hij tracht voorts hetzelfde doel te bereiken door de Quadratrix naar PAPPUS ALEXANDRINUS.

„Overmidts dese ghetallen seer groot vallen, dunc- ‖ ket my niet ongherijmt alhier een kleynder getal te ‖ stellen, waer mede men de grootte van een Circkel ‖ mach vinden, al is 't dat hy ettelijcke duysent roe- ‖ den groot is, sonder yet wat te missen dat missen ‖ mach heeten."

Zoo zegt hij op bladz. 26; en nu geeft hij als benaderingswaarden (bladz. 27 en 28)

$$\frac{\sqrt{535811}}{233} = 3{,}1415927 \text{ en } \frac{13823}{4400} = 3{,}1415909.$$

3. HET TWEEDE DEEL loopt van bladz. 29 tot bladz. 58 en heeft tot hoofd der bladzijden „*Linie Proportionaliter:*" hierin wordt de verdeeling in uiterste en middelste reden, of, zoo als VAN NIENRODE het noemt, „in de middel en de uyterste reden" behandeld; daaruit verschillende rekenkundige betrekkingen afgeleid, en vervolgens een groot aantal meetkundige eigenschappen der zes-, tien- en vijf-hoeken, in N°. 7 tot 23. Hiervan werd hem N°. 22 „gheproponeert van den wel-ervaren deser ‖ Konst Mr. *Nicolaes Pietersz.*," den NICOLAAS PETRI, dien wij reeds meermalen hebben ontmoet.

Eindelijk voegt VAN NIENRODE hier nog bij negen rekenkundige „*slechte vraghen in den Reghel van Drien met hare solutien*" (zie bladz. 8) gegeven. „Tot besluyt" (bladz. 59—63).

Hij eindigt met dit fraaije vers:

„*Om alles in dit kort begrijp by een te voeghen,behoefde ick* Homeri *hoot,*
Die veel duysent Veerskens in een Noot-schelp sloot.

FINIS."

4. Een werkje met den titel „De vijfthien Boecken Evclides" 2) is mede van denzelfden schrijver: het werd waarschijnlijk eerst na zijnen dood uitgegeven; doch de datum is niet bekend.

In verso van den titel leest men:

„Also den Autheur in 't drucken deser ter doot sieck || lach, heeft hy de proeven selven niet connen lesen, || derhalven synder dese navolgende fauten int druc- || ken gepasseert, de rest sal den constlievende ghe- || lieven te verbeteren."

En dat de correctie niet door een deskundige is geschied, blijkt genoegzaam uit de drukfouten zelve.

„**Eerst int generael, waermen vint vernullinghe leest vervullinghe.**"

In het „Tot den Leeser" zegt hij (bladz. 3).

„*Soo hevet my niet ondienstich geacht* || *dese boecken* EUCLIDES *den ghemeenen* || *man in onse Nederduytsche spraecke bekent te* || *maecken, niet om dat de prepositien* (*sic*) EUCLI- || DES *daer niet in en zijn, want my is wel be-* || *kent dat de ses boecken* Eucliden *door* JAN || PIETERSZ. DAU [moet zijn DOU] *al een tijdt lang* || *met goede demonstratien int licht zijn ghe-* || *weest, oock hebbe ick de* 15. *boecken van Schot* [lees: SCHOTEN] || *professoor tot Leyden wel gesien, ick hebbe Ra-* || *mi in onze duytsche tale wel door lesen, noch-* || *tans heeft my dit behaeght, aldus sonder ee-* || *nige figueren en demonstratien te laten uyt-* || *ghaen: Overmidts der schoone leeringhen ende* || *verclaringhen veler voornaemste Auditeuren* [leest Autheuren] || *ende Schribenten, als Proclus, Commandus* [moet zijn: COMMANDINUS] || *Peletariuscam,* [leest PELETARIUS] *Papmus,* [leest PAPPUS] *Clapines,* [leest CLAVIUS] *ende ande-* || *ren.*"

Hij besluit aldus.

„*Bidde daerom alle liefheb-* || *bers der Mathematice my dit geringe werck* || *ten besten af te nemen, hope 't zijnder tijt wat* || *meerder int licht te geven.* Vale: Nienrode."

Vooreerst zien wij hier dat NIENRODE de schrijver van dit boekske is, dat evenzeer als het vorige te Utrecht is uitgekomen; vervolgens dat hij toen waarschijnlijk nog hoopte, zijn „groote werck," dat boven ter sprake kwam, het licht te doen zien.

De vijftien boeken van Euclides vindt men op bladz. 5 tot 205, die eindigt met de woorden „*Eynde der vijfthien boecken Euclidis.*" Daarop zegt hij (bladz. 206).

„*OM wat verstandts te hebben van de* ‖ *conste Mathematica, soo leert ende* ‖ *hebt eerst achtinghe op dese naevol-* ‖ *gende Mathematischen namen ende Cha-* ‖ *racteren in dese conste gebruyckelijck.* ‖

Hier beginnen de 17. „beginselen ‖ ende fondamenten."

Waarop (bladz. 211—232) volgt de „*Aenhangh op de* 15. *Boecken* ‖ *Euclidis.*"

Het eerst (bladz. 211—227) komt hier voor de behandeling van „Surdische ghetalen," waarbij hij onderscheidt de „Commensurabiles ofte Communicanten", waarover reeds boven werd gesproken: vervolgens „de Binomische ende Residusche ghetalen", naarmate de twee onderling onmeetbare termen door de teekens plus of minus worden gescheiden.

Ten laatste (bladz. 228—232) behandelt VAN NIENRODE „*Vyt Ludolph van Ceulen*" diens vraagstuk voor den vierhoek, in een cirkel beschreven, waarbij hij tevens het theorema van PTOLEMAEUS bewijst.

AANTEEKENINGEN.

---

[1])* Volkomen || PROPORTIE || DES CIRCKELS DIAME- || TER TEGHEN SYNEN || RONDEN OM-LOOP, || Midtsgaders: || EEN RECHTE LINIE AL- || SOO TE DOOR-SNYDEN, DAT || het winckel-rechte Paralellogram op de gant- || sche linie ende minste deel, ghelijck zy || het Quadraat op 't meeste deel. || Ghevonden ende beschreven door CORN. || VAN NIENRODE, Cant-meter ende Reecken- || Meester der stadt Utrecht || *Proverb.* 3, *vers.* 1. || Een yeghelijck dinck heeft synen tijt. Ende alle het voornemen || onder den Hemel heeft sijne ure. || T'VTRECHT, || Ghedruckt by Herman van Borculo, woo- || nende onder den Doms Toren. 1628. in 8°.

A—D, blz. 1—64, bevat den titel en in verso „Extract der Previlegiën", gedateerd 22 Mey 1628 ; Opdracht (3 blz.) „Tot den Liefhebbers der loflijc- || ker MATHEMATYCKE Konste" (4 bladz.) gedateerd „*Utrecht den* 1 *October* 1628."

Na eenige opmerkingen over *surdische ghetallen*, en *Cvmmunicanten* (dat zijn zulke, die „*Commensurabiles*" zijn, dat is een meetbare verhouding hebben), gaat hij over tot de „*Circkels Diameter Teghen sijnen om-loop*" (blz. 14—28). In het TWEEDE DEEL handelt hij over de „*Linie Proportionaliter*" (blz. 29—63). Hij besluit met het vers. *Om alles in dit kort begrijp by een te voeghen, behoefde ick* Homeri *hoot, Die veele duysent Veerskens in een Noot-schelp sloot.*

[2])* DE || Vijfthien Boecken || EVCLIDES. || *Uyt den Latijnsche spraecke over-* || *geset in nederduyts, verciert met schoo-* || *ne verclaringen ende leringen van* || *de outste naturalisten ende con-* || *stige Schrijvers.* || MITSGADERS. || Het Fondament der Surdische, || ende Binomische getallen, alles een- || voudelijck tot dienst vanden leer- || samen int licht ghegheven. || Door || C. V. N. Liefhebber der *Mathematica.* || Tot UYTRECHT. || Voor den Autheur, woonende int || Schoonhuys. in 8°.

In verso van den titel, de „fauten." „Also den Autheur int drucken deser ter doot sieck || lach" (1 blz). Dan „Tot den Leeser (blz. 3, 4) geteekend „Nienrode", waaruit dus blijkt, wie de schrijver is.

A—P (blz. 1—232) waarvan blz. 211—232 behooren tot den „*Aenhangh op de* 15. *Boecken* || EUCLIDIS" : waarin hij weder o. a. over „de communicanten" handelt.

BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

XI. De Logarithmen van Dirk Rembrants van Nierop, J. Wolfram, W. O. Reitz, K. K. Reitz en D. Klinkenberg.

1. In N°. I dezer Bouwstoffen hebben wij reeds gezien, dat EZECHIEL DE DECKER in zijne „Nieuwe Telkonst” eene logarithmentafel heeft gegeven in 8°., eene zoogenaamde kleine tafel; en dat daarop de kleine tafels van ADRIAAN VLACK, met al haar verschillende herdrukken, zijn gevolgd. De eerste Hollandsche logarithmentafel, die wij daarna ontmoeten, is eene van DIRK REMBRANTS VAN NIEROP. Reeds uit dien hoofde zoude zij onze aandacht verdienen, maar ook wegens andere redenen is zulks het geval.

DIRK REMBRANTSZ. VAN NIEROP werd in 1610 te Nierop geboren, en overleed aldaar 4 November 1682; hij was schoenmaker van beroep, maar heeft vele werken geschreven over sterre- en zeevaartkunde; en in die richting zullen wij hem later nog wel ontmoeten. Hier hebben wij alleen te maken met zijne „Logarithmus Tafelen van Sinus, Tangens en Secants [1], in 1671, in 8°.” uitgekomen. Op den titel leest men dat deze tafels „op nieuws uitgewerkt” zijn door REMBRANTS VAN NIEROP: in verso van den titel vindt men zijn „Aen den Leser”, waarin hij verhaalt, wat tot deze uitgave aanleiding heeft gegeven.

„*Dese Tafelen zijn volgens de Copye van* Ezechiel ‖ de Decker, *op 't aangeven van zeker reeken-* ‖ *meester, gedrukt, die zijn voornemen was, om hier* ‖ *een onderwijs, met eenige voorbeelden, op te maken:* ‖ *doch de saeke aldus niet uytvallende, om oorsake van* ‖ *de kortheyt van 's menschen leven, zo ist dat ik om* ‖ *dese reden hier toe versocht zijnde, het niet hebben kon-* ‖ *nen laeten, om dit zelfde by der handt te nemen,* ‖ *waar in dat ick de beginselen der klootsche driehoeken,* ‖ *om uyt te werken (mijns oordeels) heel klaer en be-* ‖ *scheydelijk hebbe voorgestelt, altoos zo veel alst op* ‖ *dese tijt heeft willen gevallen. Waar mee wenschen-* ‖ *de dat dit by veele mochte aengenaem zijn, ende haer* ‖ *in desen oeffenende tot beter voortgank (als voor desen)* ‖ *mochten geraeken. Desen aldus gerecommandeert la-* ‖ *tende voor alle liefhebberen dezer konst, maeke dit tot* ‖ *een eynde, in 't jaer na Christi geboorte,* 1671. *doen* ‖ *de sonne noch weynigh treden in de ram gedaen had-* ‖ *de: en hier mee hope te zijn en te blijven UE. dienst-* ‖ *willige* ‖ DIRK REMBRANTSZ."

Het blijkt dus, dat de tafels van DE DECKER van 1626, niet de betere van VLACK, tot grondslag hebben gediend; deze tafel geeft dan ook zes decimalen. Het is wel eenigszins bevreemdend, hier op eens, bijna eene halve eeuw later, die tafels van DE DECKER te zien opdagen uit de bijna volmaakte vergetelheid, waarin zij begraven schenen: wij zagen toch vroeger in de nummers I en III dezer Bouwstoffen, dat men ze na de uitgave niet meer vermeld zag. Nu schijnt het aan den anderen kant te blijken, dat dit boekje het eerst was opgezet door een frieschen wiskundige, — althans de drukplaats Harlingen geeft aanleiding tot dit vermoeden. Wie die wiskundige, — naar het schijnt, voor 1671 overleden, — eigenlijk is geweest, is misschien moeijelijk na te gaan. Doch zou men uit deze feiten, te zamen in verband beschouwd, misschien mogen opmaken, dat in Friesland, waar immer de wiskundige wetenschappen met groote voorliefde werden behandeld, het boekje van DE DECKER meer opgang heeft gemaakt, dan wel in Holland? Maar, hoe dit ook zij, onze REMBRANTSZ schijnt veel met DE DECKER te hebben opgehad, en diens meeningen gereedelijk te hebben onderschreven.

Zoo verklaart hij in de „Eygenschap dezer Tafelen" (bladz. 1, 2),

wat „Logarithmus of reekentallen" zijn, hoe men daarmede „alle regel van dryen kan uytwerken," en laat daarop volgen, bijna evenals DE DECKER zegt,

Het is wel zo/ datter ook Logarithmus ge- || tallen gestelt worden/.... om daer mee.... jae alle regulen van dryen (den koop- || manschap aengaende) kan uytwerken/ ,maer || dit zo veel ge- reeder niet zijnde/ als wel de || gemeene manier/ daerom dat wy die laeten || varen/ en besien wat men hier meer in kloot- || sche driehoeken kan uytrechten/"

Daarop gaat hij dan ook over tot „Verscheyden voorvallen op de kloot- || se driehoeken," met hare toepassing op enkele „Astronomische Voorbeelden": bladz. 2 tot 25 behandelt hij „de klootse driehoecken/ welcke in rechte || hoeken voorvallen/" en bladz. 25 tot 36 de „Scheeve Klootsche Driehoeken" van ieder „vijfderlye voorvallen", daar hij het geval, dat alleen hoeken bekend zijn, niet behandelt. Op de volgende bladzijde, in zijn „Besluyt" zegt hij.

„Doch in || gevalle iemant meer van klootsche reekenin- || gen begeerde...., die besie *A. Metius* in zijn „*Astrolabi Catho-* || *licum* [2]), *Mr. Pieter Wils* in zijn wiskonstige wer- || ken [3]), als ook in mijn *Wiskonstige Reekeninge* [4]). En || boven dese noch verhope dat haest uytkomen || zal, de klootsche reekeningen van *Mr. Gerrit* || *E. Backer*, in zijn leven Schoolmeester tot || Graft, waer in dat alle reekeningen van kloot- || sche werkstucken die tot noch toe, en meer || andere die noch noyt in 't openbaar geweest || zijn, die sullen daer alle klaer en onderschey- || delijck beschreven worden. || EYNDE."

De drie eerst aangehaalde werken zijn bekend. Alleen is hier het volgende op te merken. Uit bladz. 24 van het laatste werk blijkt, dat er in 1656 te Amsterdam een herdruk verschenen is van de Logarithmen van EDMUND WINGATE.

Wat den arbeid van G. E. BACKER betreft, men vindt wel bij de „Regula Cos of Algebra" van J. R. BRASSER [5]) te Amsterdam in 1663 uitgekomen „Eenige Exempelen van GERRIT EVERTSZ. BACKER, schoolmeester tot Gracht" bijgevoegd, maar deze handelen niet over bolvormige driehoeken. Van deze „Regula Cos" met de „Exempelen" bestaat wel een tweeden druk van 1672 [6]), waarin men dus het door REMBRANTSZ bedoelde werk, zoude

kunnen zoeken; maar deze herdruk is aan de eerste gelijk, en bevat dus het bedoelde niet: dit is mij trouwens ook nergens voorgekomen.

Na dit voorwerk bevat ons boekje de logarithmen. Er gaat geen titel vooraf; de tafels beginnen in verso van het voormelde „Besluyt."

De vier kolommen op iedere bladzijde hebben tot hoofd

(het aantal graden). Sinus. Tangens. Secans.

hoewel het eigenlijk moest zijn Log. sinus, enz. Op iedere bladzijde komen dertig regels voor, geldende voor 0 tot 30 of voor 31 tot 60 minuten. Twee opeenvolgende linksche bladzijden behooren dus tot denzelfden graad: de overeenkomstige rechtsche bladzijden behooren tot het complement, en bevatte dus eigenlijk de Log. Cos., Log. Cotang en Log. Cosecans.

Deze tafels zijn dus werkelijk even zoo ingericht, als de vroeger vermelde van EZECHIEL DE DECKER.

2. Ruim eene eeuw later ontmoetten wij op het terrein der logarithmotechnie den wiskundige ADOLF FREDERIC MARCI, zie N°. VI dezer Bouwstoffen: tevens zagen wij aldaar, hoe deze zich verdienstelijk had gemaakt in het zamenstellen van eene tafel der priemgetallen. Omstreeks denzelfden tijd vinden wij een anderen naam, dien van J. WOLFRAM. Deze was een Nederlandsch officier en hield zich met wiskundige berekeningen bezig: hij bewoog zich in dezelfde dubbele richting als de genoemde MARCI, dat is, hij vervaardigde een uitgebreide tafel van priemgetallen, en berekende een nieuw stel hyperbolische logarithmen; met dezen laatsten arbeid oogstte hij wel den meesten roem in.

Zijne „Proeve van eene tafel ter ontledinge der getallen" 7) verscheen in de Verhandelingen der Hollandsche Maatschappij te Haarlem. Zij bevat het „21ste Deel || van een grooter, in welke de || getallen van 1 tot 126000 ontleed zyn. || Dan in deeze proeve bevinden zig alleen || de Primo-getallen onder 6000, en van || de Gecomponeerde die, welker klein- || ste factor ten minsten 7 is: by gevolg || zyn de getallen, die in 2, 5 en 3 op- || gaan, daar van uitgesloten."

Deze tafel heeft 22 verticale kolommen: de twee eerste kolommen bevatten de 80 getallen in de eerste 300, die aan bo-

vengemeld vereischte voldoen, namelijk de veelvouden van dertig, vermeerderd met 1, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29. Voor het gemak zijn zij in drie vakken verdeeld: A bevat de 26 getallen in het eerste honderdtal, B de 28 in het tweede, C de 26 in het derde. De volgende kolommen hebben tot hoofd 0, 3, 6, 9, 12, . . . 57, die de honderdtallen aangeven, welke bij de getallen der eerste kolom moeten worden bijgeteld. Op die wijze verkrijgt hij een tafel met dubbelen ingang voor al de bedoelde getallen beneden 6000. Is nu het getal een priemgetal, zoo bevat de overeenkomstige plaats, niets; anders den kleinsten deeler: dus in deze tafel: 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, en wel respective 229, 124, 95, 67, 57, 47, 37, 32, 28, 22, 22, 17, 15, 10, 8, 6, 4, 2 maal. De belofte, dat „Deeze Tafels van 1 tot 126000 zullen in het || eerstvolgende Deel worden meêgedeeld" is niet vervuld, misschien wel ten gevolge van de uitgave der tafelen van Prim-getallen door A. F. MARCI, waarover in N°. VI dezer Bouwstoffen sprake was.

3. Zijn grooter en belangrijker arbeid is opgenomen in de „Neue und erweiterte Sammlung unentbehrlicher Tafeln [8]) van JOHAN CARL SCHULZE" in 1778 te Berlin in twee deelen uitgekomen. SCHULZE zegt daaromtrent in zijn „Kurze Einleitung zum ersten Bande" op de vierde bladzijde (zonder pagineering).

„Die Tafel der natürlichen oder || hyperbolischen Logarithmen bis auf || 48 Decimalstellen ist, ein so wich- || tiges Geschenk für die Integralrech- || nung, dass sie gewis dem Herrn || *Wolfram*, Artillerielieutenant in Dien- || sten Ihro Hochmögenden der Her- || ren Generalstaaten der vereinig- || ten Niederlande, jetzt zu Nimwegen || befindlich, welcher dieselbe mit der || grössten Sorgfalt berechnet und nach- || gesehen hat, in spätesten Andenken || erhalten und unvergesslich machen || wird. Sie ist die Frucht einer sechs- || jährigen höchst mühsamen und be- || schwerlichen Arbeit, und geht von 1 || bis 2200 für alle Zahlen fort, von || 2200 bis 10000 ist sie hingegen nur || für die Prim- und etwas stark com- || ponirte Zahlen berechnet, weil das || Uebrige durch leichtes Addiren kann || gefunden werden."

Wel is waar moge de naam van WOLFRAM niet algemeen

bekend zijn, althans veel minder, dan hij wel verdienen zoude: straks zullen wij zien, dat zijn arbeid in Duitschland wel op prijs werd gesteld. SCHULZE, die blijkens de „Kurze Einleitung zum zweyten Bande" met WOLFRAM over de inrichting van den geheelen bundel heeft gehandeld, laat daarop volgen.

„Auf der 258sten || Seite, als der letzten dieser Ta- || fel, kommen einige Zahlen vor, bey || welchen die Logarithmen fehlen, und || der Raum weiss gelassen worden. Die- || ses sind entweder Prim- oder sehr || componirte Zahlen, so mit zu den || 10000 gehören. Da Herr *Wolfram* || vorm Schlusse dieses Werkes wegen || ausgestandener Krankheit die Logarith- || men nicht hat berechnen können, sie || aber nächstens zu completiren geden- || ket, so ist der Raum offen gelassen || worden, um ihm nach Gefallen aus- || zufüllen. Ferner trift man auf der || 259 Seite für die Zahlen der offen ge- || lassenenen (sic) Stellen sowohl als für eini- || ge andere, deren Logarithmen Herr || *Wolfram* nur einmal hat berechnen || können, und welche daher nicht so || zuverlässig als die übrigen sind, die || zum wenigsten auf zwo verschiedene || Arten sind berechnet worden, die ge- || wöhnliche oder briggische Logarith- || men bis auf 42 Decimalstellen berech- || net, an."

Ten opzichte van het ontbreken dezer logarithmen door eene ziekte van WOLFRAM, zien wij verder uit „de Einleitung van den Thesaurus Logarithmorum Completus" 9) van GEORG VEGA in 1794 niets meer, dan hetgeen op blz. XXIX te lezen is.

„Die letzte Tafel dieses Werkes, welche die von Herrn || *Wolfram*, einem holländischen Artillerie-Officier, berech- || neten natürlichen Logarithmen mit 48 Decimalziffern ent- || hält, ist aus der Sammlung der logarithm. trigon. Tafeln || des Herrn *J. C. Schulze*, Berlin 1778. mit Ergänzung der || daselbst abgängigen Stellen und Berichtigung einiger über- || sehenen Fehler abgedruckt."

Maar ik meen ergens gelezen te hebben, dat deze aanvulling der door WOLFRAM eerst overgelaten leemten door van VEGA zelven is geleverd: als dat waar is, zoude daaruit volgen, dat WOLFRAM die niet heeft bewerkt, althans niet heeft in het licht gegeven. Misschien wel is hij bezweken aan de ziekte, die hem belette zijn arbeid volledig te maken voor de tafels van SCHULZE.

4. Doch ook andere Hollanders gaven omstreeks dienzelfden tijd beschouwingen over het berekenen van Logarithmentafels.

De eerste was WILHELM OTTO REITZ, Lector Juris en Rector te Middelburg, geboren den 20sten Juli 1702 te Offenbusch en overleden 22 October 1768 te Middelburg (zooals blijkt uit de Verhandelingen van het Zeeuwsch Genootschap, Dl. I, blz. XLIV): hij was pas den 26sten Juli 1768 lid van dat genootschap geworden. Deze gaf in 1754 zijne „Nieuw gevonde berekening der kunstbreuken" [10]), verdeeld in drie afdeelingen. In de eerste behandelt hij de regels voor de kunstbreuken, dat is de logarithmen van gewone breuken, die hij uitdrukt door de letter *f*, „die het teeken van een *fractio* of breuktal is"; bijv. den logarithmus van 0,000683 schrijft hij 4*f* 0.8344207, zooals wij zouden schrijven 0.8344207—4. De „TWEEDE AFDEELING. ‖ *Behelzende een lichten en algemeenen Regel* ‖ *om, zoo wel de Somme, als Overschot* ‖ *van twee Kunsttallen te berekenen,*" geeft eerst een zeer zamengestelden regel van JOSEF MUSCHEL DE MOSCHAU uit de Acta Eruditorum van 1696; daarna zijn eigen zeer eenvoudigen regel, om te vinden *Log.* $(a \pm b)$ als *Log.* a en *Log.* b gegeven zijn. De methode in de „DERDE AFDEELING. ‖ *Lichte en gewisse manier om groote Breuk-* ‖ *tallen of Proportiën tot kleinder te bren-* ‖ *gen, die voor het gebruik veel bekwa-* ‖ *mer en nochtans voldoende zyn*" berust op de theorie der gedurige breuken. Ten slotte een „TOEGIFT ‖ van een kunstgreep, om een gegeven getal te ‖ toetsen, of het door 11 juist deelbaar zij."

In het volgende jaar verscheen zijn „Berekening van Kunsttallen" [11]), waarin hij eerst eenige regels geeft van logarithmotechnie, en ook onder andere een regel voor benaderd deelen; en daarop eene tafel der logarithmen voor de getallen 1—1000 (blz. 184—209) met hare eerste differentiën; vervolgens eene „TWEEDE TAFEL" van de Logarithmen van $1 + a.\ 10^{-n}$, voor $a = 1$ tot 9, $n = 3$ tot 18 (blz. 210—212), waarbij voor $n = 3$ tot 10 de eerste differentiën zijn gevoegd. Alle logarithmen zijn tot in 18 decimalen berekend.

Aan het slot beloofde hij een onderzoek te zullen uitgeven, dat in 1757 verscheen onder den titel „Nieuwe bespiegeling en Ontcijfering der teerlingsche vergelijkingen" [12]), waarin hij

(blz. 279—285) een „TAFEL VAN TEERLINGSCHE VERGELYKINGEN" geeft. Voor alle wortels $z = 0{,}01$ tot $2{,}00$ berekende hij voor de vergelijkingen $z^3 - z = AE$, of $z^3 + z = AE$, de waarden van AE (= *Aequatio*) in zes decimalen. In een „NABERICHT" bespreekt hij de methode van CLAIRAUT in zijne „Elemens d'Algèbre."

Tien jaren later kwam in het licht zijne „Nieuwe oplossing der stelkundige vergelijkingen van de vierde macht, en hierdoor ook van de derde macht" [13]). Hij tracht hierin de herleide vergelijking van de vierde macht $x^4 + axx + bx + c = 0$ aldus te vervormen. $(x^2 + p)^2 = (qx + r)^2$.

Als „Aanhangsel" geeft hij de oplossing van een vraagstuk omtrent de middellijn van Venus, bij haar Loop voorbij de Zon.

Zijne volgende verhandeling „Nieuwe bespiegeling der klootsche figuren, Met de Berekening van derzelver oppervlakte of inhoud", [14]) uitgegeven als „volkomen nieu, ‖ en van myne uitvinding, . . . door mynen goeden vriend den Wis- ‖ kunstenaar LAUR. DUNEWEY DE MUNCK, ‖ aangemoedigd", levert eenige stellingen omtrent bolvormige figuren, en wordt gevolgd door een „Byvoegsel omtrent de toover-vierkanten ‖ van effe getallen." Deze waren geconstrueerd door zijnen „Broeder, KAREL KOENRAAD ‖ REITZ, *Hoogleeraar te Harderwijk*.

Eindelijk heeft men nog zijn „Grondig onderwijs in de behandeling der breuktallen, zoo gemeene als decimale of tientallige, benevens de daarafhangende rekeningen" [15]) in 1769, als opus posthumum uitgegeven. Men vindt daarin de behandeling der gewone en tiendeelige breuken, omdat „*noch geenerlei* GRONDIG ON- ‖ DERWIJS *der* DECIMALE *of* TIENTAL- ‖ LIGE REKENINGEN, *en wat 'er ver-* ‖ *der toe behoort of van afhangt*, *in 't* Neder- ‖ duitsch *uitgegeven zy*." Onder anderen het „IV. HOOFDSTUK. ‖ BEHELZENDE DE TIENDETAFELS ‖ MET DERZELVER GEBRUIK" (blz 343—351) dat is, herleidingstafels van maten, gewichten, enz. in tiendeelige breuken.

5. De arbeid over logarithmotechnie werd voortgezet door MR. KARELL KOENRAAD REITZ: niet den broeder van den voornoemden, Hoogleeraar te Harderwijk, (geb. in 1708 en overleden 13 September 1773), maar den zoon van W. O. REITZ: hij was

Griffier van den Raad van Vlaanderen, te Middelburg. In 1769 kwam uit zijne „Nieuwe Handleiding om den Logarithmus voor eenig gegeven getal naaukeurig te vinden tot veertien letteren boven den index" [16]), waarin hij het gebruik der tweede verschillen verklaart bij het berekenen van logarithmen, en deze aanwendt voor zijne „TAFEL || DER KUNSTTALLEN OF LOGARITHMI || VOOR DE NATUURLYKE GETALLEN || VAN 1000000—1001000. || berekend || TOT XV. LETTEREN BOVEN DE || MERKLETTER OF INDEX" (blz. 455—480), waarin volgens de oudere methode de eerste verschillen tusschen de opeenvolgende logarithmen zijn geplaatst. In dit stuk belooft hij een vervolg: en dit verscheen in 1790 onder den titel „Aanhangsel tot de nieuwe handleiding om den Logarithmus voor eenig gegeven getal naaukeurig te vinden tot veertien letteren boven den index" [17]), waarin hij ook van de derde verschillen gebruik maakt, en deze leert aanwenden bij de logarithmotechnie.

6. Tusschen deze beide mannen, ontmoeten wij nog den naam van DIRK KLINKENBERG, geboren den 15den November 1709 te Haarlem, en op het einde van April 1799 te 's Hage overleden, Ordinaris Klerk ter Secretarye van Holland, en wel in zijne „Korte verhandeling over de Sinus, Tangens, en Secans Logarithmus getallen" [18]), waarin hij eerst de berekening dier logarithmen behandelt en daarna (bladz. 291—307) de „TAFELEN, || TOT GEBRUIK VAN DE || SINUS, TANGENS, || EN || SECANS LOGARITHMEN, || IN DE GEDEELTENS VAN MI- || NUTEN GRAADS" geeft. Deze bevatten voor iedere minuut der acht eerste graden dus voor 1—480 minuten de Log. Sinus en Log. Tangens in zeven decimalen met de verschillen. Daarop volgt (bladz. 308—310) een „TAFEL, dienende om te Corrigeeren de Sinus, || Tangens, en Secans Logarithmus, op Dui- || zendste deelen van Minuten Graads."

Dezelfde KLINKENBERG was niet alleen in de wiskunde zelve, maar ook in de sterrekunde ervaren, zooals blijkt uit zijne onderscheidene verhandelingen.

In 1755 gaf hij eerst een „Kort berigt wegens eene Comeet-sterre, die zich in den Jaare 1757 (1758), Volgens het Systema van NEWTON, HALLEY en andere Sterrekundigen, zal vertoonen" [19]); waarin hij eene voorloopige berekening der loopbaan

everde, en daarop eene „Beschouwing over de Deelen van het Bastion, Volgens een daarover opgegeven Voorstel, van den Hooggel: Heere N. YPÉ, Hoogleeraar in de Wiskunde te Franeker" [20]), waarin hij twee tafels leverde voor de centerhoeken van 90 tot 0 graden voor elken graad, met de titels: „I TAFEL, van de grooten der Hoeken, en langten der Lynen van het BASTION, enz. || zynde de Langte der *Defens-liniën* AD gelyk BL, op 60, en de *Facen* AF gelyk BZ, || bestendig op het derde deel van dien, naamelyk 20. Roeden genomen. || De nommers, agter de Roeden, zyn *Decimaal fractien*," en vervolgens „II. TAFEL, de hoeken blyven eeven gelyk als in || de I. TAFEL, maar de langten der Lynen, zyn || in zulke Deelen, en *decimaal fractien* uitge- || drukt, waar van de buiten Polygone AB, || bestendig 100. deelen is."

In 1755 ontmoeten wij eerst zijne „Verhandeling over de evenredigheid (of reden) tusschen de Middellyn en tusschen den omtrek van een Cirkel" [21]), waarin hij de berekening door reeksen behandelt. Hij zegt daar (bladz. 155):

„derhalve zal de reex || $\sqrt{12}\times\left(1-\frac{1}{3}\times\frac{1}{3}+\frac{1}{5}\times\frac{1}{3}\times\frac{1}{3}-\frac{1}{7}\times\frac{1}{3}\times\frac{1}{9}\right|+$ $+\frac{1}{9}\times\frac{1}{3}\times\frac{1}{27}-\frac{1}{11}\times_3\times\frac{1}{81}$, enz. de lang- || te van de geheele omtrek der Cirkel uit- || drukken, den Diameter gelyk 1 zynde," en geeft dan de berekening tot 21 decimalen, „op dat blyke, met hoe weinig || moeite men door deezen weg tot zo ver- || re kan komen, als waar toe Mr. L. VAN || CEULEN het zelve door een grooten || en roemwaardigen arbeid gebragt heeft." (blz. 156).

Hieruit zoude blijken, dat KLINKENBERG, vreemd genoeg, niet bekend was met den naderen arbeid van LUDOLF VAN CEULEN (waarvan in het N°. VIII dezer Bouwstoffen gesproken is): en dit wordt bevestigd door hetgeen hij reeds op bladz. 149 had gezegd.

„Daar L. VAN || CEULEN zig vergenoegd had, met zulks || tot twintig of één en twintig Numero's || te brengen."

Op dit stuk volgden in ditzelfde jaar zijne „Verhandeling over de Pegelkunde, zo als dezelve tot grooter volmaaktheid gebragt word door de Fluxie-rekeningen" [22]), waar hij de for-

mu.e gebruikte $\frac{71 \times 2a}{113} \times \left\{ 1\frac{1}{4} c^2 + b \times (\,^2/_3\, d + c) \right\}$; zijn „Vraagstuk, de zee-vaart-kunde betreffende" [23]), in het vorige jaar door JOHNSON in Engeland opgegeven; — dan „Over een meetkundig werkstuk" [24]) betreffende eene zekere grootste waarde of maximum; — eindelijk zijne „Afbeeldinge der Eclipsen, op eene Nieuwe Wijze voorgesteld" [25]), waarin twee maan-eclipsen worden geconstrueerd.

Reeds in 1743 [26]) had KLINKENBERG gewezen op de gelegenheid ter bepaling van den afstand tusschen zon en aarde bij den overgang van Venus voorbij de zon in 1761: en deze arbeid was in de geleerde wereld met belangstelling ontvangen. Toen dus die overgang naderde, schreef KLINKENBERG den 12den November 1760, eerst zijne „Verhandeling, beneffens de naauwkeurige algemeene en byzondere Afbeeldingen van den overgang der planeet Venus voorby de zon, op den 6 Juny 1761 des morgens" [27]) en daarop in 1761 zijne „Verhandeling en Aanmerkingen over verscheide uitrekeningen, en waarnemingen van den overgang van Venus voorby de zon; op den 6den Juny 1761" [28]) met het „Nabericht, behoorende tot die Verhandeling" [29]), waarin hij eene discussie levert van de waarnemingen tijdens dien overgang.

Wij zagen reeds in zijne verhandeling van Noot (19), hoe hij zich met de waarneming van kometen bezig hield: deze arbeid was de aanleiding tot zijne benoeming als correspondent van de Fransche Akademie van Wetenschappen te Parijs. Ook sedert heeft hij zich veel met zulke waarnemingen bezig gehouden, zooals blijkt uit zijne verhandelingen „Observations on the late Comet in September and October 1757" [30]), geplaatst in de Philosophical Transactions van 1758, en „Observations de la Comète de 1759" [31]), opgenomen in de Memoires de l'Académie Royale des Sciences te Parijs, van 1760. Bijna een vierde eeuw later was het KLINKENBERG, die het eerst bewees dat de nieuwe ster Uranus geen komeet was, in zijne „Verhandeling over eene kleine doch ongewoone sterre, dewelke het allereerst in Engeland is ontdekt in de maand Maart 1781" [32]); men vindt ze in het zevende Deel der Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap van 1783.

Nog heeft dezelfde wiskundige medegewerkt tot de Rivierkundige stellingen" van hetzelfde Bataafsch Genootschap te Rotterdam: tot dit onderwerp behooren zijne „Nader elucidatie over een poinct van Aanmerking op de achtste en volgende stellingen" [33]) en zijne „Aanmerkingen over de nader Elucidatie" [34]) te vinden in het eerste en tweede deel der Verhandelingen van genoemd genootschap.

AANTEEKENINGEN.

---

[1])* Logarithmus || TAFELEN || van || *Sinus, Tangens, en Secants;* || En het gebruik des zelfden in kloot- || sche driehoeken. || Waer door meest alle Astronomische vraeg- || stucken/ door simpele additie en sub- || stractie, konnen opgelost worden. || Met een heel klaer en bescheidelik onderwijs, || en eenige aerdige Voorbeelden verçiert. || *Op nieuws uitgewerkt door* || DIRK REMBRANTS van Nierop, || Liefhebber der Mathematische konsten. || vignette || *Gedrukt tot Harlingen,* || By Hero Galama, Boeckverkoper. in 8°.

In verso van den titel een „Aen den Leser" waaruit blijkt, dat dit boekje in 1671 werd uitgegeven. Dan komt de „Eygenschap deser Tafelen (bladz. 1,2), Verscheyden voorvallen op de kloot- || se driehoecken" (blz. 2—25), „Scheeve Klootsche Driehoeken" (blz. 25—36). Op bladz. 37 (zonder paginatuur) een „'t Besluyt."

Op bladz. 38 beginnen de tafels zonder eigen titel. Zij gelden voor ieder minuut met 6 mantissen: (180 bladzijden zonder pagineering).

Na eene witte bladzijde vindt men

„De Drukfauten die in deze Logarithmus || Tafelen ingeslopen zijn/ bestaen in twaelef || cijfer-lettertjes/ welke de Liefhebbers/ in 't || Werckjen/ aldus gelieven te verbeeteren:" (10 fouten).

[2])* Fundamentale onder- || wysinghe/ || *Aengaende* || De Fabrica, ende het veelvoudigh ghebruyck || van het Astrolabium, || Soo *Catholicum,* als *particulier.* || Beschreven || Door Adrianum Metium M. D. eñ Professorem in de || Mathematische consten binnen Franeker. || Vignette: eene meetkundige figuur voor het construeeren van het astrolobium (zie bladz. 4) || Voor Hendrick Louwerens Boeckvercooper tot Amsterdam. || Tot Franeker, || Ghedruckt by Vlderick Balck, geordineerde Boeck- || drucker der E, H. H. Staten van Frieslandt. || Anno 1627. in 4°.

VIII bladz. (zonder pagineering) bevatten na den titel, de opdracht „Aen de Edele, Erentfeste, Acht- || bare, Wyse, Voorsienighe ende seer discre- || te Heeren, de Heeren BEWINTHEBBEREN der Ver-

eenighde ende gheoctroyeerde Oost-Indi- || sche Compaignie deser Nederlanden" (5 bldz.) gedateerd „Ghegheven tot || Francker den 5. Julij 1627." Daarop een „Tot den goetwillighen Leser" om het aanschaffen van een Astrolabium aan te bevelen. „Beminde Leser so ghij begeerigh zijt om te ver- || staen ende te genieten de vruchten van dese || onse profytelijcke ende ghenoechelijcke Leerin- || ghen; soo ist noodigh dat ghy becomt een Generale als || mede een Particuliere Astrolabium, wel perfect toe- || bereyt, welcke zijn te vereyschen by Hendrick Louwe- || rensz. Boeckvercooper in het Schrijfboeck, ende by Wil- || helmum Janso-nium Caesium in de Sonwyser, beyde || wonende op 't Water, tot Amsterdam, eñ worden by den || anderen seer cierlick toebereyt, in een form van een groot || boeck ofte foliant, om van 't smetten te bewaren, ende zijn seer bequaem te ghebruycken."

Daarna een vers van PIERIUS WINSEMIUS (2 blz.).

A—Aa (blz. 1—190) het werk in vijf deelen. Aan het einde staat: „Eynde deses eersten Tractaets"; waaruit blijkt dat er nog andere „Tractaten" moesten volgen; men heeft dan ook den titel:

Het tweede Tractaet/ || Van de || Proprieteyten, eyghenschappen/ Solutie eñ || ontsluytinghe der Sphaerische Triangulen. || *Midtsgaders* || Een figuerlijcke aenwysinghe, hoe door de selve alle || Astronomische eñ Geographische quaestien ofte vraeg- || stucken solveert worden/ alles in drie deelen ver- || vatet. || Door || Dn. Adrianum Metium M. D. ende Profess. ordin. || Vignette: een sphaera armillaria. || Tot Francker/ || Ghedruckt by Ulderick Balck, geordineerde Boeck- || drucker der E. H. H. Staten van Frieslandt. Anno 1627. in 4^0.

In verso van den titel „Psal. 19, vers 1."

Aa—Xx, bladz. 1—168. Het werk in drie deelen. Daarop de titel:

Het derde Tractaet/ || Van 't || Opmaken ende het ghebruyck des par- || ticulieren *Astrolabiums.* || Door || Dn. Adrianum Metium. M. Doct. ende Profess. ordin. || Vignette: een zonnewijzer. || Tot Franeker, || Ghedruckt bij Vlderick Balck, geordineerde Boeck- || drucker der E. H. H. Staten van Frieslandt. || Anno 1627.

Yy—Ddd. bladz. 1—48.

[3])* *Mr. Pieter Wils* || VVis-konstige Wercken: || *Bestaende in eenighe Meet-konstighe ende* || *Hemel-klootsche aenteyckeninghen, elck met hare* || *verklaringhen ende bewijsen.* || Tot dienst van de Lief-hebberen der selver konst || t'samen ghestelt. || vignette: eene meetkundige figuur (zie bladz. 93) || Tot AMSTERDAM, || By THOMAS FONTEYN, Boeck-drucker op de Nieu- || we-ziids Voorburghwal, by de Deventer Houtmarckt, in de || Ghekroonde Druckerij. 1654. in 4^0.

Na den titel de „*Tot den* LEZER", waarin Gerard Kinkhuyzen mededeelt, dat hij die werken van zijn leermeester Pieter Wils na diens

dood heeft uitgegeven. Die opdracht is gedateerd „In Haerlem den 28 Februarij 1654."

A—T, blz. 1—155, bevat:

Blz. 1—5. Meet-konstighe || Vertooghen || *In hoeck-lijnen, der Boogen.*

Blz. 6—19. Meet-konstighe || Vertooghen. || *In recht-linische Formen.*

Blz. 20—63. Meet-konstigh || PASSER-WERCK.

Blz. 64—82. Aenhangh, || *Bestaende in eenige Wis-konstige stucken.*

Blz. 83—92. Rekeningh || *Der* || Krom-streecken.

Blz. 93—152. Hemel-klootsche || WERCK-STUCKEN. || *Sonder kennis der Klootsche drie-* || *hoecken af te veerdighen.*

Blz. 153—155. *Aenteyckeningh,* || op de Metael-waegh.

Van dit werk bezit ik een volkomen gelijksoortig exemplaar, maar waarin als vignette voorkomt eene boekdrukkerij; en daaronder „*t'Haerlem,* Gedruckt by *Thomas Fonteyn*: || Voor de Weduwe van den Autheur Sal. woonende voor || aen in de Dam-straet. 1648. De „Tot den Leser" is gedateerd „*Haerlem den* 12 *Septemb.* 1648", maar heeft ongeveer denzelfden inhoud. Men heeft dus bij het werk van 1654 waarschijnlijk met eene nieuwe titel-uitgave te doen.

4)* *Mathematische Calculatie,* || Dat is, || Wiskonstige Rekening: || Leerende || Het vinden van verscheyden Hemelloopsche || Voorstellen, en dat door de Tafelen *Sinus Tangents* || of *Logarithmus* wiskonstelick uyt te rekenen: || Als oock tuyghwerckelick op een || liniael uyt te passen. || *Alsmede 't beschrijven en uytrekenen der* ZONWYSERS: || *zijnde alles seer vermakelick voor de Liefhebbers deser Konst,* || *ende niet min gedienstigh voor Schippers en Stuurlieden.* || Noch is hier by gevoeght *de Wis-konstige Musyka:* || waer in getoont wort de oorsake van 't geluyt, de redens || der Zangh-toonen, en verscheyden dingen tot de || Zangh en Speel-konst behoorende. || Door || het portret van den schrijver met randschrift „DYRCK REMBRANTZ VAN NIEROP" en het onderschrift „*Liefhebber der Mathematische Konsten*" || T'AMSTELDAM, || By Gerrit van Goedesbergen, Boeckverkooper || op 't Water/ in de Delfsche Bybel. Anno 1659. in 8°.

a, b, bladz. 1—31 (bladz. 32 is wit). In verso van den titel vindt men „Kort inhoud deses Boecks". Dan blz. 3, 4 (zonder pagineering) de „INLEYDINGE," blz. 5—24 „Onderwijs om de Tafelen van || de Logarithmus te maken. || *In de Fransche Tale beschreven door* || EDMONT WINGATE." Ten slotte (blz. 25—31) de „INLEYDINGE" voor het werk zelf.

Dit houdt A—K, blz. 1—167; en is verdeeld in vier deelen.

Bladz. 1—56, EERSTE DEEL . . . *D'uytrekeninge der Drie-hoecken,* || En dat soo wel recht, als || krom-lijnies.

Bladz. 57—88, Tweede Deel . . . Klootsche Rekeningen: || *Begrijpende* || *Eenige werck-stucken van dese stof.*

Bladz. 89—142, Derde Deel... De Beschrijvinghe der || Sonne-wijse

Bladz. 143—167, Vierde Deel... Eenige Vraeghstucken: || *En voornamelijck* || Van de Weegh-konst.

Daarop volgt het tweede boekje, met den titel

Wis-konstige || Musyka: || Vertoonende || De oorsaecke van 't geluyt, de || redens der Zanghtoonen telkonstigh uytge- || reeckent, ende het maken en stellen || der Speeltuygen. || *Als mede van der ouden Musijck, en verschey- || den gevoelens der selfder: Zijnde alles seer gedienstigh || en vermakelick voor* Musikanten, Organisten, || *of andere Instrument-speelders.* || Door || vignette: hetzelfde portret als in den vorigen titel; hetzelfde geldt voor de drukplaats en datum. in 8°.

a—e, blz. 1—70 bevat:

Inleydinge (blz. 3—6). *Kort Begrijp deses Boecks* (blz. 7—10).

Daarop het werk, met twee tafeltjes ingeplakt.

[5])* Regula cos, || of || algebra, || Zijnde de alder-konstrijcksten Regel om || het onbekende bekent te maken. || Ofte || Een korte Onderwijsinge/ waer in geleert werdt het Uyt- || trecken der Wortelen/ soo verre men begeeren mach. || De Spetien in || Surdische getallen. || Twee-namige getallen. || Cossische getallen. || De Vergelijckingen van ✕ ʒ ℞ &c met Exempelen daer toe dienende. || Door || j. r. brasser, geadmitteert Lantmeeter tot Hoorn. || Noch || Is hier by ghevoeght de Geometria van Nicolaus Petri || Daventriensis, ende andere Questien van de Algebrae. || Als mede || Eenige Exempelen van Gerrit Evertsz. Backer, School- || meester tot Gracht. || Vignette: een schildpad. || t'Amsterdam, || By Gerrit van Goedesbergh, Boeckverkooper op 't Water/ aen de || Nieuwebrugh/ in de Delfsche Bybel. Anno 1663. in 4°.

VIII bladz. bevat titel; de „Voorreden || *tot den Konst-lievenden* || Leser" (5 bladz.); dan „Beteeckeninge der Characteren die wy || in desen sullen gebruycken."

A—Nn blz. 1—286 het werk, waarvan de beide laatste bladzijden het „Register" bevat.

Nn—Vv blz. 287—341 heeft tot opschrift: „Geometria || Van || Nicolaus Petri Daventriensis, || Ende andere questien per || Algebrae."

Vv—Aaa blz. 342—370 „Geometria per Cos."

Aaa—Ddd blz. 371—400 „Volgen eenige || Exempelen, || Gemaeckt door || g. e. backer, || Schoolmeester tot Graft, || Gewesene || Discipel van den voorgaenden Autheur Jacob R. Brasser || van Hoorn, dewelcke met believen en consent van den voor- || noemden Autheur hier zijn by gevoeght: || Daer van || Eenige door den Regel van Drie-en konnen werden op- || gelost; doch vallen meestendeel onder de *Quadraet, Cubicq* || en *Cens-decens Cos:* Als oock eenige onder de || *Polygonaelse* vergelijckingen.

6)* Hetzelfde werk met denzelfden titel tot aan de vignette. Deze is hier eene sphaera amillaria met een engelenkop in het midden, en het bovenschrift „INDEO". || t'AMSTERDAM, || By JACOB VOLCKERTSZ, Boeck-verkooper/ 1672. in 4°.

A—Ddd. bladz. 1—400, als hierboven in Noot (5).

7)* PROEVE || VAN EENE || TAFEL || TER ONTLEDINGE DER || GETALLEN. || DOOR || J. WOLFRAM.

= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE MAATSCHAPPY || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || TWEEDE DEEL || 1755. bladz. 622—624.

8)* JOHANN CARL SCHULZE || wirklichen Mitgliedes der Königl. Preussischen Academie der || Wissenschaften || NEUE UND ERWEITERTE || SAMMLUNG || LOGARITHMISCHER, || TRIGONOMETRISCHER || und anderer || ZUM GEBRAUCH DER MATHEMATIK || UNENTBEHRLICHER || TAFELN. || I. (respective II.) BAND. || BERLIN, 1778. || BEY AUGUST MYLIUS, BUCHHÄNDLER || IN DER BRÜDERSTRASSE, in 8°.

Band I bevat

a—b (24 bladzijden, die elk twee kolommen bevatten, waarvan de eerste het fransch, de tweede het hoogduitsch bevat) „VORREDE" (8 bladz.) KURZE EINLEITUNG || ZUM || ERSTEN BANDE" (6 bladz.) „KURZE EINLEITUNG || ZUM || ZWEYTEN BANDE" (6 bladz.).

A—Kk. bladz. 1—260.

Bladz. 1—187. „TAFEL || der || LOGARITHMEN || aller || natürlichen Zahlen || von 1 bis 101000."

Bladz. 188. Multipla van den Modulus &c.

Bladz. 189—259. Natürliche oder hyperbolische || LOGARITHMEN || bis auf 48 Decimalstellen. || Von || HERRN WOLFRAM || berechnet."

Bladz. 259. „Die componirte Zahlen zu bestimmen, die man neben den Prim- || zahlen nöthig hat, alle componirte Zahlen unter eine Million || aus zween Factoren zu finden."

Blz. 260. „Formeln zur Bestimmung der hyperbolischen Logarithmen der || Sinus und Cosinus bis auf 20 Decimalstellen."

Ll—Qq. 52 bladz. (zonder paginatuur).

„TAFEL || für die || LOGARITHMEN || der || SINUS UND TANGENTEN || kleiner Bögen von 0 Grad bis 2 Grad, || von Secunde zu Secunde berechnet. (44 bladz.).

„TAFEL DER LOGISTAL-LOGARITHMEN" (8 bladz.).

Band II bevat

A—Rr. bladz. 1—319.

Bladz. 1 –261. TAFEL || der || SINUS, TANGENTEN, || SECANTEN || und || deren zustimmenden briggischen und hyperboli- || schen Logarith-

men || für die vier ersten und vier letzten Grade von 10 zu || 10 Secunden; || für den übrigen Theil des Quadranten aber von Minute zu || Minute, nebst dem 6ten Theile der Differenzen || berechnet."

Bladz. 262—263. „Multiplicir-Täflein der Sinus."

Bladz. 264. Verschiedene Reihen.

Bladz. 265. „Verschiedene || sowohl neue als andere nützliche || TAFELN, || welche || in der Mechanik und andern Theilen der || angewandten Mathematik || öfters gebraucht werden."

Bladz. 266—277. Länge der Cirkulbögen für alle Grade || in Theilen des Halbmessers bis auf 27 Decimalstellen.

Bladz. 278—281. Tafel der Potenzen (1 tot 11) aller Wurzeln || so zwischen 0,01 und 1,00 fallen."

Bladz. 282, 283. Tafel der Quadratzahlen aller Wurzeln von 1 bis 1000.

Bladz. 284—287. Tafel der Cubiczahlen aller Wurzeln von 1 bis 1000.

Bladz. 288—291. Tafel der Quadratwurzeln || aller natürlichen Zahlen von 1 bis 1000.

Bladz. 292—295. Tafel der Cubicwurzeln || aller natürlichen Zahlen von 1 bis 1000.

Bladz. 296—297. Tafel zum Einschalten || nach dem Decimal-System.

Bladz. 298—307. Tafels van snelheden, enz.

Bladz. 308—311. Rationale Trigonometrie.

Bladz. 312—319. Verschillende opgaven.

9)*THESAURUS || LOGARITHMORUM || COMPLETUS, || EX || ARITHMETICA LOGARITHMICA, ET EX TRIGONOMETRIA || ARTIFICIALI || ADRIANI VLACCI || COLLECTUS, || PLURIMIS ERRORIBUS PURGATUS, || IN NOVUM ORDINEM REDACTUS, || ET || PRIMA POST CENTESIMAM LOGARITHMORUM CHILIADE, PARTIBUS || QUIBUSDAM PROPORTIONALIBUS DIFFERENTIARUM, LOGARITHMIS SINUUM, || COSINUUM, TANGENTIUM ET COTANGENTIUM PRO PRIMIS AC POSTREMIS || DUOBUS QUADRANTIS GRADIBUS AD SINGULA MINUTA SECUNDA, FORMULIS || NONNULLIS TRIGONOMETRICIS, WOLFRAMII DENIQUE || TABULA LOGARITHMORU MNATURALIUM || LOCUPLETATUS || A || GEORGIO VEGA, || SUPREMO VIGILIARUM PRAEFECTO ET PROFESSORE MATHESEOS IN CAES. REG. ARTIS || PYROTECHNICAE COHORTE, ET SOCIETATIS REGIAE SCIENTIARUM || GOETTINGENSIS SODALI CORRESPOND. || CUM PRIVILEGIO IMPRESSORIO PRIVATIVO SACR. CAES. || REG. APOST. MAIEST. || LIPSIAE || IN LIBRARIA WEIDMANNIA. || 1794. in folio.

Ook met den titel,

Vollständige Sammlung || grösserer || logarithmisch-trigonometrischer || TAFELN, || nach || Adrian Vlack's || ARITHMETICA LOGARITHMICA || und || TRIGONOMETRIA ARTIFICIALIS, || verbessert, neu geordnet und ver-

mehrt || von || Georg Vega, || Major und Professor der Mathematik beym kayserl. königl. Bombardierkorps, und || Correspondenten der königl. grossbr. Gesellschaft der Wissenschaften || in Göttingen. || Mit Röm. kayserl. allergnädigsten Privilegio. || Leipzig, || in der Weidmannischen Buchhandlung. || 1794. in folio.

a—h. Blz. I—XXXII.

A—Lll. Blz. 1—684.

10)* NIEUW GEVONDE || BEREKENING || DER || KUNSTBREUKEN, || DOOR || WILHELM OTTO REITZ.

= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || EERSTE DEEL. 1754. blz. 1—38.

11)* DE BEREKENING || VAN || KUNSTTALLEN; || Nader opgehelderd en grootelyks verlicht || DOOR || WILH. OTTO REITZ.

= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || TWEEDE DEEL. 1755. blz. 166—224*. (= 228).

12)* NIEUWE BESPIEGELING || EN ONTCIJFERING DER || TEERLINGSCHE || VERGELYKINGEN || DOOR || WILHELM OTTO REITZ.

= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || DERDE DEEL. 1757. blz. 239—320*. (= 324).

13)* NIEUWE OPLOSSING || DER || STELKUNDIGE || VERGELYKINGEN || VAN DE || VIERDE MACHT, || En hierdoor ook van de || DERDE MACHT: || DOOR || WILHELM OTTO REITZ.

= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || NEGENDE DEEL. || DERDE STUK. || 1767. blz. 1—43, waarvan de vier laatste bladzijden het „Aanhangsel."

14)* NIEUWE || BESPIEGELING || DER || KLOOTSCHE || FIGUREN, || Met de Berekening van derzelver || OPPERVLAKTE || OF || INHOUD: || DOOR || MR. WILHELM OTTO REITZ.

Met een BIJVOEGSEL || OMTRENT DE TOOVERVIERKANTEN || VAN EFFE GETALLEN. ||

= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || TIENDE DEEL, TWEEDE STUK. 1768. blz. 193—244.

15) GRONDIG ONDERWYS || IN DE BEHANDELING || DER BREUKTALLEN, || ZOO GEMEENE, ALS DECIMALE OF TIEN- || TALLIGE, BENEVENS DE DAARAF- || HANGENDE REKENINGEN: || DOOR || MR. WILH. OTTO REITZ.
= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR HET || ZEEUWSCH || GENOOTSCHAP || DER || WETENSCHAPPEN || TE || VLISSINGEN. || EERSTE DEEL. A. 1769. blz. 293—386.

16) NIEUWE HANDLEIDING || OM DEN LOGARITHMUS VOOR EE- || NIG GEGEVEN GETAL NAAUKEURIG TE || VINDEN TOT VEERTIEN LETTE- || REN BOVEN DEN INDEX: || *benevens eene* TAFEL || *der* KUNSTTALLEN *voor* || 1000000—1001000. || berekend || DOOR || MR. K. K. REITZ.
= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR HET || ZEEUWSCH || GENOOTSCHAP || DER || WETENSCHAPPEN || TE || VLISSINGEN. || ELFDE DEEL. A. 1786. blz. 423—480.

17) AANHANGSEL || TOT DE || NIEUWE HANDLEIDING || OM DEN LOGARITHMUS VOOR EE- || NIG GEGEVEN GETAL NAAUKEURIG TE || VINDEN TOT VEERTIEN LETTE- || REN BOVEN DEN INDEX: || DOOR || MR. K. K. REITZ.
= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR HET || ZEEUWSCH || GENOOTSCHAP || DER || WETENSCHAPPEN || TE || VLISSINGEN. || VEERTIENDE DEEL. A. 1790. blz. 535—576.

18)*KORTE || VERHANDELING || OVER DE || SINUS, TANGENS || EN || SECANS LOGARITHMUS || GETALLEN; || *Met een bygevoegde* TAFEL, *waar door* || *dezelve tot in duizendste, en tiendui-* || *zendste deelen van Minuten boogs* || *gevonden kunnen worden.* || DOOR || D. KLINKENBERG.
= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || VIJFDE DEEL. A. 1760. blz. 258—310.

19)* KORT BERIGT, || WEGENS EENE || COMEET-STERRE, || Die zich in den Jaare 1757 of 1758, || Volgens het Systema van NEWTON, || HALLEY, en andere Sterrekun- || digen, zal vertoonen; || DOOR || D. KLINKENBERG. (met twee platen.).
= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || TWEEDE DEEL. A. 1755. blz. 275—318.

20)* BESCHOUWING || over de Deelen van het || BASTION. || Volgens een daar over opgegeeven Voorstel, || van den Hooggel. Heer N. YPÉ, Hoog- || leeraar in de Wiskunde te Franeker. || DOOR || D. KLINKENBERG. (met twee tabellen en eene plaat.).
= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAAT-

SCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || TWEEDE DEEL. A. 1755. blz. 479—502.

21)* VERHANDELING || OVER DE || EVENREDIGHEID || (OF REDEN) TUSSCHEN DE || MIDDELLYN || EN TUSSCHEN DEN || OMTREK || VAN EEN || CIRKEL; || DOOR || D. KLINKENBERG. || (met eene tabel).

= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || DERDE DEEL. A. 1757. blz. 147—157.

22)* VERHANDELING || OVER DE || PEGELKUNDE, || zo als dezelve tot grooter volmaaktheid || gebragt word door de || FLUXIE- || REKENINGEN; || DOOR || D. KLINKENBERG.

= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || DERDE DEEL. A. 1757. blz. 231—238.

23)* VRAAGSTUK, || DE || ZEE-VAART-KUNDE || BETREFFENDE, || OPGELOST || DOOR || D. KLINKENBERG.

= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || DERDE DEEL. A 1757. blz. 414—418.

24)* OVER EEN || MEETKUNDIG || WERKSTUK; || DOOR || D. KLINKENBERG.

= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || DERDE DEEL. A. 1757. blz. 509—517.

25)* AFBEELDINGE || DER || ECLIPSEN || op eene Nieuwe Wyze voorgesteld; || DOOR || D. KLINKENBERG. (met eene plaat.).

= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || DERDE DEEL. A. 1757. blz. 540—547.

26) *D. Klinkenberg,* Beschrijving hoe de afstand der zonne van de Aarde kan gevonden worden door den schijnbaren weg van Venus en Mercurius over de Zon nevens de afbeelding van drie zulke verschijningen, de eerste in November 1742, de tweede in 1753, de derde in 1761. Waar agter de oplossing eener meetkundige Voorstelling. Haarlem. 1743. in 8°.

27)* VERHANDELING, || BENEFFENS DE NAAUWKEURIGE AL- || GEMEENE EN BYZONDERE || AFBEELDINGEN || VAN DEN OVERGANG DER PLANEET ||

VENUS || VOORBY DE || ZON || OP DEN 6 JUNY 1761 DES MORGENS ; || DOOR || D. KLINKENBERG. (met eene plaat.).

= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || ZESDE DEEL. || EERSTE STUK. || A. 1760. blz. 285—326.

28)* VERHANDELING || EN AANMERKINGEN OVER VER- || SCHEIDE UITREKENINGEN, || EN WAARNEEMINGEN || VAN DEN || OVERGANG || VAN || VENUS || VOORBY DE || ZON. || *Op den 6den Juny* 1761. || DOOR || D. KLINKENBERG. (met eene plaat.).

= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE || MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || ZESDE DEEL. TWEEDE STUK. A. 1762. (blz. 874—922.).

29)* NABERICHT, be- || hoorende tot de Verhandeling || en Aanmerkingen over ver- || scheidene Uitrekeningen en || Waarnemingen van den O- || VERGANG VAN VENUS VOOR- || BIJ DE ZON, op den 6 Ju- || ny 1761. Door *D. Klinkenberg.*

= VERHANDELINGEN || UITGEGEEVEN DOOR DE || HOLLANDSE MAATSCHAPPIJ || DER || WEETENSCHAPPEN || TE || HAARLEM. || ZESDE DEEL. TWEEDE STUK. || BERICHTEN A. 1762. (blz. 91—94.).

30) *Observations on the late Comet in* Sep- || tember *and* October 1757; *made at the* || Hague *by* Mr. D Klinkenberg: *In a* || *Letter to the Rev.* James Bradley, D.D. || *Astronomer Royal, and* F. R. S., *and Mem-* || *ber of the Royal Academy of Sciences at* || Paris. *Translated from the* Low Dutch.

= PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS VOL. L. PART II, for the Year 1758. N°. LIX. pages 483—488

31) OBSERVATIONS *de la Comète de* 1759, *faites en* || *Europe & dans les Indes orientales, recueillies tant* || *de la Correspondance de M. de l'Isle que de la mienne.* ||

A la Haye, par M. DIRCK DE KLINKENBERG, || *Commis au Secrétariat de L. H. P. les Etats Généraux* || *de Hollande & de West-frise; de la Société des Sciences de* || *Hollande, & Correspondent de l'Académie Royale des Sciences de Paris.* ||

Extrait de ses Lettres des 20 *Août* 1759 *&* 24 *Février* 1765.

= HISTOIRE || DE || L'ACADÉMIE || ROYALE || DES SCIENCES. || ANNÉE. M.DCCLX || PARIS. 1766. page 433—439.

32) VERHANDELING, || OVER EENE KLEINE DOCH ONGEWOONE || STERRE, ||

Dewelke het allereerst in ENGELAND is ontdekt in de || Maand *Maart* 1781, en vervolgens in verscheide || Plaatsen in Europa is waargenomen. || *Zijnde het hoofdzaaklijk gedeelte dezer Verhandeling bij wijze eener* || *Memorie gezonden aan de Koninklijke Academie der* || *Weetenschappen te Parijs,* || DOOR DEN || MATHEMATICUS EN LANDMEETER || D. KLINKENBERG, || *Ordinaris Clercq ter Secretarie van Holland; Lid van de Hollandsche Maatschappije* || *der Weetenschappen te* Haarlem, *en van het Bataafsch Genootschap der Proefondervindelijke Wijsbegeerte te* Rotterdam, *mitsgaders Correspondent* || *van de Koninklijke Academie der Weetenschappen te* Parijs.

⊃ VERHANDELINGEN || VAN HET || BATAAFSCH || GENOOTSCHAP || DER || PROEFONDERVINDELIJKE WIJSBEGEERTE || TE || ROTTERDAM. || ZEVENDE DEEL || A. 1783. blz. 1—60.

33) NADER ELUCIDATIE, || over een Poinct van Aanmerking, op || de 98, en volgende der *Rivierkundige* || *Stellingen* van het Bataafsch Genootschap || der Proefondervindelyke Wijsbegeerte || te Rotterdam, aangaande de oorzaaken || van meerder of minder Snelheid van het || Afstroomen der Rivieren, || Door den Landmeeter, D. Klin- || kenberg, als Lid van het voorm.: || Genoodschap, gemaakt en opgegeeven.

= VERHANDELINGEN || VAN HET || BATAAFSCH || GENOOTSCHAP || DER || PROEFONDERVINDELIJKE WIJSBEGEERTE || TE || ROTTERDAM. || EERSTE DEEL. A. 1774. blz. 149—159.

34) AANMERKINGEN, || OVER DE || NADER ELUCIDATIE, || IN HET EERSTE DEEL DEZER || VERHANDELINGEN, || OP PAG. 149—158. DOOR DEN SCHRIJVER VAN DEZELVE, || D. KLINKENBERG.

≡ VERHANDELINGEN || VAN HET || BATAAFSCH || GENOOTSCHAP || DER || PROEFONDERVINDELIJKE WIJSBEGEERTE || TE || ROTTERDAM. || TWEEDE DEEL. A. 1775. blz. 199—203.

BIJDRAGE

TOT DE

NATUURLIJKE GESCHIEDENIS DER WATER-SALAMANDERS.

DOOR

A. W. M. VAN HASSELT.

Reeds ongeveer honderd jaren heeft een tal van natuurkundigen, de voetstappen van SPALLANZANI drukkende, de Salamandriden en andere kruipende dieren tot onderwerp van waarneming en studie gemaakt, zelfs in die mate, dat het veld van onderzoek hier geheel gesloten kon schijnen.

Zeer onlangs nogtans is de literatuur over dit gedeelte der zoölogie weder met eene boeijende verhandeling vermeerderd door de *Beobachtungen an Reptiliën und Amphibiën in der Gefangenschaft*, van FRIEDRICH K. KNAUER, in 1875 te Weenen uitgekomen, en, in de tweede plaats, ben ik zelf, sedert verscheidene jaren, nu en dan, mede in de gelegenheid geweest, om de buitengewone *levenswijze* van eene soort dezer dieren gade te slaan, waardoor ik meen eene niet onbelangrijke bijdrage te kunnen leveren tot den veel besproken *levensduur* der amphibiën.

Eene mijner vrouwelijke nabestaanden, die het individu, waarop ik uwe aandacht eenige oogenblikken wensch te vestigen, gedurende den langen tijd zijner gevangenschap met de meeste zorg heeft opgekweekt, gaf mij, op mijn verzoek, daarover eene mededeeling, welke ik in originali laat voorafgaan.

„In October 1859 verzocht mijn naar Oost-Indië vertrekkende schoonzoon mij, om verder te willen zorg dragen voor een „hagedisje," dat hij, in Mei van dat jaar, op eene wandeling in de omstreken van Delft, half verscholen in een' bolster van eene wilde kastanje, gevonden en sedert verpleegd had. Hij bewaarde het in een gewoon visch-glas, voor de helft met aarde en zand gevuld en hield het met aardwormen in 't leven. In dat glas heb ik het altijd gelaten, alleen op den duur zorgende, somtijds de aarde te ververschen, waarop ik eene kleine graszode had gelegd, die ik in den zomer van tijd tot tijd, om het gras frisch te houden, met eenige druppels water besprenkelde. Bij deze gelegenheid, of als ik de hagedis uit het glas nam, dat zij al spoedig gewillig toeliet, om haar even op de tafel of in den tuin op den grond te zetten, liep zij, die in hare cel anders langzaam en bedaard was in hare bewegingen, meestal heel vlug weg, en moest ik goed oppassen, er bij te zijn, om haar weer op te vangen. Eens slechts heeft zij hare gevangenis weten te ontvluchten, doch is toen, na lang zoeken, terug gevonden in de kolk van een' niet gebruikten schoorsteen. Ik voerde haar, zoo lang ze maar eenigszins, des winters zelfs uit broeikasten of bloempotten, te verkrijgen waren, met niets anders dan kleine pieren. Die nam zij echter alleen als zij springlevend waren. In een deel van den winter bleef zij, soms verscheidene weken, — hoogstens zes, — zonder voedsel, want hoe dikwijls ik ook getracht heb, haar, bij gebrek aan wormen, insekten of stukjes vleesch te geven, die heeft zij nooit willen eten. Dan bleef zij zich ook, korteren of langeren tijd, schuil houden in de aarde, vooral als het hard vroor, eens in een' kouden winter, ruim anderhalve maand, doch anders kwam zij, ook in het late najaar en vroege voorjaar, meest altijd uit den grond of het gras te voorschijn, wanneer ik de aarde met eene breipen omroerde, of aan het glas schudde, of ook als ik dit dicht bij het lamplicht zette. Bij het besprenkelen van het gras heb ik haar nooit zien drinken, en ofschoon ik haar dikwijls de tong zag uitsteken en bewegen, heb ik niet kunnen hooren, dat zij eenig geluid maakte. Wel geloof ik, dat zij mij hoorde, als ik tegen haar sprak, daar zij dan den kop bewoog en mij scheen aan te zien. Groeijen deed zij volstrekt niet; zij is

niets grooter geworden, dan toen ik haar kreeg. Ook in vorm en kleur heb ik geene de minste verandering kunnen bespeuren. Alleen tegen den tijd van het vervellen zag zij er donkerder uit, maar daarna was de groenbruine kleur van den rug en het geel van den buik veel helderder. Dit afleggen van het vel geschiedde vrij geregeld een paar malen in het jaar, nooit meer. Slechts eens heb ik het goed kunnen zien; zij had toen een bruin-zwart ringetje van den kop af over den hals opgerold, en juist als iemand, die met moeite zijne armen uit de jasmouwen trekt, zoo ging zij met de voorpootjes er uit en daarna rolde het vel langzaam verder naar achteren op, tot de achterpooten er één voor één werden uitgetrokken. Hoe het van den staart gleed en waar het huidje, dat ik bewaren wilde, gebleven is, weet ik niet; toen ik even uit de kamer werd geroepen en na eenige minuten terugkwam, was het vervellen geheel gedaan, maar het japonnetje nergens te vinden. Het had in 't geheel ruim twee uren geduurd. In het voorjaar van 1875 begon zij weêr te vervellen, doch dit vorderde niet. Het ging ook ongeregeld, nu hier, dan daar. Overal bleven zwarte, opgedroogde velletjes om en aan het lijf, den hals en de poten zitten, vooral ook achter aan den staart, waarvan toen, met zulk een huid-ringetje, zelfs een stukje afviel. Zij wilde, of kon, ook geen voedsel meer nemen, en als ik haar een wormpje voorhield, hapte zij gedurig mis, of kon het niet inslikken. Die toestand duurde tot in October van dat jaar en werd het diertje hoe langer zoo magerder, en toen, uit vrees, dat het zich anders, als gewoonlijk tegen den kouden tijd, meer en meer in de aarde verschuilen en daar vergaan zoude, in brandewijn verdronken, om het voor mijn schoonzoon te kunnen bewaren."

Kort hierop ontving ik het bedoelde „hagedisje," om het „op te zetten" en te determineeren. Het bleek mij eerst toen, — want ik had het te voren wel meermalen, passim, gezien, half in de aarde of tusschen het gras, maar het nooit zelf in handen gehad, — dat het *geene* hagedis *) was! Het behoorde niet eens tot de, op het land levende, *Lacertinae,*

*) Intusschen wordt het toch in de volksspraak meermalen met den naam van Water-hagedis" bestempeld.

maar tot de familie der *Salamandrida*, en, onder dezen, zelfs niet tot de Land-, maar tot de *Water*-Salamanders!

Het is, namelijk, een, wat de kleurteekening betreft, minder duidelijk, doch voor het overige vrij goed herkenbaar, vrouwelijk (?) exemplaar van den, bij ons zeer gemeenen, *Triton vulgaris* LINN., *cinereus* MERREM, *taeniatus* SCHNEIDER, of *punctatus* LATREILLE, zooals mij ook door ons medelid SNELLEN VAN VOLLENHOVEN en door den heer HORST, adsistent van den hoogleeraar HARTING, bevestigd werd.

Alleen voor het geslacht blijft eenige twijfel over, omdat dit, bij deze dieren, in deze levensperiode vooral, slechts bij uitwendige bezichtiging en zonder anatomisch onderzoek (daar de „lijkopening" mij door de eigenares niet werd toegestaan) moeijelijk of niet te herkennen is. Ik hel intusschen het meest over tot de meening, dat wij hier een wijfje voor ons hebben, omdat OKEN, met sommige andere schrijvers eensluidend, opgeeft, dat „dass *Männchen immer im Wasser* scheint zu bleiben, da man wenigstens auf *dem Lande* nur *Weibchen* findet". *Allgemeine Naturgeschichte,* Amphibiën, 6 Band, S. 456. Overigens zoude ook wel eenige grond bestaan, om aan te nemen, dat ons exemplaar tot het mannelijk geslacht behoort. Immers bezit dit ten duidelijkste een' verbreeden of zijdelings afgeplatten staart. En daarover vind ik, desgelijks bij OKEN, loco citato, opgeteekend, dat, „bei dem Weibchen der Schwanz „*ründlich* (?) ist, der Schwanz aber bei dem Männchen *breit* „bleibt". Intusschen kan deze uitspraak niet zoo voetstoots worden onderschreven. In het algemeen toch wordt, ook door anderen, aangegeven, dat de Tritons, bij een langer verblijf op het land, belangrijke wijzigingen kunnen ondergaan in den bouw van sommige lichaams-deelen. Zoo schrijft DUMÉRIL daarover: „que ces animaux éprouvent alors un changement très „notable, tant pour les couleurs, que pour la conformation des „parties, telles que les crêtes, les organes génitaux, les lobes „des orteils, et surtout la queue". *Histoire naturelle des reptiles,* T. IX, p. 127 *). Daarover intusschen is, bij ons voor-

---

*) DUMÉRIL voegt daar nog het volgende bij: „Cette altération devient si „notable, qu'elle peut mettre les naturalistes dans l'embarras pour savoir distin- „guer, s'ils ont sous les yeux une *Salamandre* ou un *Triton*," l. c. ibidem.

werp, niets opgeteekend geworden, zijnde bij hetzelve, na het voor altijd vaarwel zeggen aan het vochtig element, in „vorm en kleur" geene de minste verandering bespeurd. En wat voornamelijk opmerking verdient, is, dat de vermelde wijzigingen, althans voor den vorm van den *staart* in het bijzonder, niet zoo bepaald schijnen door te gaan, als OKEN beweert, of zoo als, juist omgekeerd, door DUMÉRIL wordt beschreven, wanneer deze zegt: „Lorsque les Tritons sont restés longtemps hors de „l'eau, leur queue *s'arrondit* *) et à peine peut on reconnaître „qu'elle avait été très comprimée", l. c. p. 124. Immers blijkt het tegendeel uit onze waarneming, daar de staart, gedurende eene zoo langs reeks van jaren, niet in het minst is „afgerond", maar tot het einde toe den breeden en platten, oorspronkelijken Triton-vorm heeft behouden.

De bij ons voorwerp gedane, niet onbelangrijke observatie, omtrent den steeds onveranderd gebleven toestand, niet alleen van laatstgenoemd lichaamsdeel, maar ook van den geheelen uitwendigen bouw, de kleurteekening en grootte, kan voorts, — zoo dit noodig ware, — ten bewijze strekken, dat voortaan geene de minste sprake meer mag zijn van de veronderstelling door sommigen vroeger wel eens losweg uitgesproken: dat de *kleine* Triton, de *taeniatus*, bij de langzame metamorphose dezer reptiliën, wellicht slechts als representant van den jeugdigen toestand („das Junge Thier", LEUNIS, *Synopsis der Naturgeschichte des Thierreichs*, 2[te] Aufl. S. 341) zou te beschouwen zijn van den veel *grooteren* Triton, den *cristatus* Laurenti.

Ook de bekende, doch dikwijls niet zonder overdrijving herhaalde, stelling, dat de kruipende dieren in het algemeen zeer weinig behoefte hebben aan voedsel †), werd in casu, voor *Triton taeniatus* in het bijzonder, niet bevestigd gevonden.

---

*) Dan naar analogie met dien bij „les véritables salamandres, dites *terrestres*, „ou à queue *arrondie*". Ibidem.

†) Voor de verwante *Siren*, *Amphiuma*, *Proteus* schrijft OKEN: „Man weiss, „dass sie *Jahrelang* ohne Nahrung durchbringen können", l. c. S. 432. Voor *Rana esculenta* deelt KNAUER mede: „Ich halte nun *über ein Jahr* zwei grosse Exem„plare, ohne sie zu füttern, in einem zum Theil mit Erde gefüllten, fast völlig „dunklem Raume, ohne dass ich bisjetzt an diesen Thieren eine Abnahme an „Körper-umfang wahrzunehmen vermöchte" l. c. S. 30.

Gedurende den geheelen tijd zijner gevangenschap is geene langere onthoudings-periode dan telkenjare van hoogstens zes weken achter elkander waargenomen, en kon men hem overigens, het geheele jaar door, met de grootste gretigheid, de toegeworpen verschillende variëteiten van *Lumbricus terrestris* LINN. zien verslinden.

Daarentegen vonden wij wel bevestigd de opgaaf van KNAUER, dat „die Molche in Gefangenschaft den Pfleger erkennen lernen „und sich berühren lassen ohne zu fliehen”, l. c. S. 45, daar de onze soms omzag als men hem toesprak en insgelijks meermalen de hem met een pincet voorgehouden wormpjes, als het ware uit de hand, tot zich kwam nemen. Even juist vonden wij zijn vermoeden omtrent het „niet drinken” van deze en andere amphibiën. Wanneer hij echter, ter verklaring daarvan aanvoert, dat dit voor de kikvorschen en water-salamanders waarschijnlijk ook niet noodig is, wegens de rijkelijk plaats grijpende opname van water langs de huid, l. c. S. 34, zoo wordt die uitlegging weersproken door onzen Triton, die voortdurend buiten het water heeft geleefd.

Minder juist is dezelfde waarnemer der levenswijze van deze dieren weder, wanneer hij zegt: „dass sie einmal ans Land ge„gangen im Halbschlafe dahin leben” l. c. S. 51. De voorafgaande beschrijving toch deed onzen *T. taeniatus* geenszins altijd van eene zóó trage natuur kennen. Zelfs verviel deze niet geregeld in den *winterslaap*, die anders aan de amphibiën in de vrije natuur eigen is. Op dit punt bestaat overeenstemming tusschen onze waarneming en die van laatstgenoemden zoöloog, waar hij aangeeft, dat „alle unsere Reptilien in der Gefangen„schaft, den Winter über, in geheizten Localen, wach erhalten „werden können” l. c. S. 16; wij zagen dat zulks, met uitzondering van slechts eenige weken bij felle winterkoude, ook met ons dier het geval is geweest.

Stem-geluid werd bij onzen Triton nimmer vernomen. KNAUER leert dan ook over deze amphibiën, dat zij, in tegenstelling met de kikvorschachtigen, „fast völlig stumm” zijn, l. c. S. 18; bij de geheel ontwikkelde „Wassermolchen” is volgens hem van eene „vrijwillige stem” geen sprake. Deze opgaaf is nogtans in tegenspraak met OKEN, die uitdrukkelijk, en zelfs bij de drie voorname

Europeesche soorten, telkens spreekt van een' "hellen quäkenden Laut", een' "schnalzenden Ton", en een' "knurrenden Ton" l. c., S. 455—457. Dit schijnt alleen in den jeugdigen of larventoestand het geval te kunnen zijn; aan de oppervlakte van het water wordt dan soms eene luchtbel uitgestooten, onder een "flaauw piepend geluid" *); in dien toestand hoorde KNAUER ook wel eens een' "schwachen quiksenden Ton".

Over de wijze van het vervellen wijkt onze observatie niet af van het bekende; alleen werd niet gezien wat OKEN, voor *T. cristatus*, beweert, dat "zij dit in 't voorjaar om de 2 à 8 dagen doen †), ofschoon hij er, en dit voorzeker zeer juist, bijvoegt: "na de paring minder dikwijls", l. c. S. 459.

Even weinig brachten "locale Verhältnisse, Temperatur, Al-"ter, u. s. w." die "mannigfachen Aenderungen in dem Häu-"tungsacte" teweeg, als waarvan KNAUER, in 't algemeen, gewag maakt, l. c. S. 12. Onze Triton toch verwisselde, al dien tijd, zoowel in zijne jeugdige als oude dagen, vrij geregeld twee malen in het jaar van opperhuid, totdat juist eene „Aenderung" of stoornis van dit proçes de aanleidende oorzaak tot zijnen dood is geworden. Tot toelichting der ook in ons geval gedane waarneming, dat de afgestooten epidermis daarna niet meer te vinden was, zij nog opgemerkt, dat de water-salamanders die dikwijls zelven inslikken. Daarna is meermalen gezien, dat deze onverteerd per anum werd uitgeworpen of eenigen tijd uit dit lichaamsdeel bleef hangen, hetgeen voorheen sommigen tot het dwaalbegrip heeft verleid, dat bij de genoemde dieren ook algemeene desquamatie der mucosa van het darmkanaal plaats grijpt.

Veel meer echter dan in de voorafgaande opmerkingen ligt het zwaartepunt onzer kleine waarneming in het daardoor verkregen bewijs voor de mogelijkheid van het VOORTDUREND *verblijf dezer Triton-soort buiten het water, en in de kennis van hare buitengewone* LONGAEVITEIT.

---

*) Vergelijk het opstel van den heer VERSTER VAN WULVENHORST, *Iets over de salamanders*, in jaarboekje van het Kon. Zool. Gen. Nat. Art. Mag. voor 1859. blz. 123.

†) Dit schijnt werkelijk, doch bepaald gedurende den paartijd, meerdere malen te geschieden, inzonderheid bij de mannetjes.

1°. Was het dan niet bekend, dat de water-salamanders eenen geruimen tijd op het *land* kunnen leven? Ja en neen. Men wist wel, dat de Tritons, even als andere amphibiën, nu eens in het water, dan weder op het land, korter of langer, worden aangetroffen, doch men beschouwde ze toch, in het algemeen, meer bepaald als *water*-dieren. Zoo zegt onder anderen LEUNIS er van: „die Molche sind vorzüglich an's Wasser *gebunden*," l. c. S. 299, ofschoon hij er verder op laat volgen: „nach der „Metamorphose, *können* sie auch an's Land gehen", S. 339. DUMÉRIL spreekt zich ten dezen opzichte zelfs nog veel sterker uit in de stelling: „que la plupart des espèces du genre *Triton* „reste *habituellement* dans l'eau", l. c. p. 124. In meer of minder gelijken zin schrijft OKEN: „die Molche *finden sich* in „stehendem und langsam fliessendem Wasser; nur wenige kriechen „später auf's Trockne", l. c. S. 450. Intusschen beperkt hij den tijd hunner water-periode eenige bladzijden verder binnen deze toevoeging: „dass sie wenigstens den ganzen *Sommer* im „Wasser leben", l. c. S. 454. Bij uitzondering schijnen ook hem voorbeelden bekend te zijn geweest van een „langer" oponthoud dezer dieren buiten het water, evenwel zonder positieve opgaaf omtrent den duur daarvan. Immers zoo vervolgt hij, l. c. S. 456: „Manche Weibchen *verirren* sich auch im Keller, „und kommen *nicht* mehr in's Wasser zurück", doch verzuimt daarbij weder, even als DUMÉRIL, (p. 124), te vermelden, *hoe lang* zij 't op dit dwaalspoor uithielden, met andere woorden, hoe lang dit verblijf met hun leven bestaanbaar is. De regel toch der levenswijze van deze amphibiën, ook bij ons te lande, zoo als die mede door ons geacht medelid, den hoogleeraar SCHLEGEL, in diens *Kruipende dieren van Nederland*, wordt beschreven, is: dat althans de vrouwelijke Tritons (van de mannetjes schijnt dit veel minder zeker te zijn), *jaarlijks* *, na den paringstijd, dikwijls reeds in den vóór-zomer, het poel-, sloot- of moeraswater verlaten, om, op koele, vochtige, donkere

*) Men wist alzoo, dat zij *periodiek* eenige maanden buiten het water kunnen doorbrengen, niet, dat zij dit, *onafgebroken*, jaren achtereen, vermochten. Hierin ligt de kern van onze waarneming voor de zoö-biologie.

plaatsen, in holle boomen, in tuinhuizen, in muizengaten, enz. of onder mos, boombladeren, steenen en dergelijken, telken jare op het land te *overwinteren* *). Deze regel schijnt voor onze beide inlandsche soorten, zoowel voor *T. cristatus* als *taeniatus* door te gaan, ofschoon VERSTER (l. c. blz. 124) het onzeker acht, of wel alle wijfjes in den zomer het water verlaten, vermits hij eens, nog in de maand October, een oud wijfje van den laatsten uit eene sloot heeft gevangen. Voor *T. Alpestris* LAURENTI twijfelt OKEN mede daaraan, althans voor dezen leest men bij hem: „wenn man sie aus dem Wasser nimmt, so thun „sie ganz ausser sich, und laufen schnell hin und her, um wieder „darin zu kommen", l. c. S. 457. KNAUER schijnt insgelijks, en zelfs voor onze species vooral, niet te gelooven, dat die zoo goed in 't leven kan worden gehouden, bepaald niet buiten het water, gelijk DUMÉRIL †) en anderen beweren en zoo als thans overtuigend door onze waarneming is bewezen. Ten minste lezen wij bij hem hierover nog de volgende opmerking (die hij echter meer te pas brengt ten bewijze, dat zij minder „taai van leven" §) zijn, dan men meent): „Ich hatte so oft gelesen, dass Wasser- „molche *viele Tage lang* ausserhalb des Wassers zuzubringen „im Stande seien, und sich überhaupt durch ein zähes Leben „sondergleichen auszeichnen sollten, musste aber erleben, dass „es mir von mehr als Hundert in einem Wasser-behälter ge- „gebenen Kamm- und Teich-molchen (*cristatus* et *taeniatus*) „ausser wenigen im Wasser gebliebenen, nicht bei einem ge- „lang, in den ausgetrockneten Körper Leben zu bringen, ob-

---

*) Na het „overwinteren" gaan zij in het voorjaar, wegens de paring, weder te water. Dit althans wordt als regel beschreven. Moet niet ook in dien zin de opgaaf van SCHLEGEL, l. c. blz. 43, worden opgevat, waar hij zegt, dat de wijfjes van *Salamandra taeniata* „daarna het water verlaten, om *verder* op het land te leven"? Zoo niet, dan zou hem de prioriteit van onze would be ontdekking toekomen.

†) Deze zegt er van: „qu'ils sont très vivaces et qu'on peut les conserver en „vie *facilement*" l. c. p. 121.

§) KNAUER brengt hier en op andere plaatsen nog verscheidene andere voorbeelden bij, om aan te toonen, dat de z. g. *levenstaaiheid* der Reptiliën en Amphibiën, tegenover nadeelige uitwendige invloeden, op verre na niet zóó groot is, als door den een' van den ander' wordt nageschreven.

„schon ich die durch ein Versehen ermöglichte Flucht der „Thiere schon am nächsten Tage entdeckte und die zusammen- „gesuchten Thier-leichen (*sic!*) sofort wieder in's Wasser brachte", l. c. S. 27.

2°. En wat wist men tot hiertoe van de *longaeviteit* der Tritons? Ofschoon schier bij alle schrijvers over de Reptiliën staat opgeteekend, dat deze niet alleen een zeer taai, maar ook een zeer lang leven bezitten, was deze stelling voor de Tritons nog niet bewezen *. Als hypothese, niet alleen voor de ware reptiliën, maar ook voor de bedoelde en andere amphibiën in het algemeen, stelt KNAUER niet minder dan eene halve eeuw! Met het oog op het groot verschil, dat er bestaat tusschen de pas uit het ei ontwikkelde en de volkomen uitgegroeide dieren dezer orde, en pro rato van hunnen langzamen wasdom, meent hij niet ver van de waarheid te zijn, door collectief, „fur fast *alle* (?) „diese Thiere, ein Alter von mindestens 50 *Jahre* an zu nehmen", l. c. S. 17. OKEN verdubbelt, mede hypothetisch, dit cijfer: „Die „Amphibiën," schrijft hij, „haben ein langes Leben, welches, bei „den *grössern*, vielleicht über 100 *Jahre* dauert, während „welcher Zeit sie *immer* wachsen sollen", l. c. S. 422. Dit laatste nogtans blijkt voor *Triton* niet door te gaan.

Onze, zoo even aangehaalde, reuzen-salamander, of *Salamandra maxima* van SCHLEGEL, nu eens daargelaten, vind ik overigens, bepaald voor de *Tritons,* noch bij dezen noch bij anderen der opgenoemde schrijvers eenig bewijs voor hunne bijzondere longaeviteit. Alleen voor *T. Alpestris* staat bij ERBER, *Die Amphibiën der Oesterreichischen Monarchie*, 1864, S. 711, aangeteekend, dat men hem wel 2 *jaren* in het leven kan houden. Voor deze soort bevestigt KNAUER zulks niet alleen, maar

---

*) Voor de overige kruipende dieren verwijs ik naar de bekende opgaven van OKEN en anderen, bijv. omtrent een exemplaar van *Siren lacertina* LINN., 6 *jaren* oud geworden, en een van *Proteus anguineus* LAUR. van 8 *jaren* enz. enz., maar wensch ik hier vooral te herinneren aan den, zoo uiterst merkwaardigen, reuzen-salamander, — den *Cryptobranchus Japonicus* V. D. HOEVEN, — die bij ons in een der bassins van het Kon. Zoöl. Gen. Natura Artis Magistra te Amsterdam, nog altijd in leven te zien is, en die, als in 1829 door V. SIEBOLD uit Japan naar ons vaderland overgevoerd, volgens welwillende mededeeling van den heer WESTERMAN, thans reeds een' minimum-leeftijd van 47 *jaren* heeft bereikt!

zegt, daarvan (in 1875) zelfs verscheidene exemplaren te bezitten, die reeds 4 *jaren* oud zijn geworden, l c. S. 31. Het is ook van dezelfde species, dat hij, even als van *T. cristatus*, heeft opgemerkt: „dass sie sich in der Gefangenschaft *am* „*besten* halten", l. c. S. 31, alzoo juist met uitzondering van onzen *taeniatus*. Die scheen hem veel moeijelijker in 't leven te houden te zijn. Zulks werd mij insgelijks medegedeeld door den heer WESTERMAN en diens conservator SWIERSTRA, voor de inlandsche Tritons, die in den zoölogischen tuin te Amsterdam tot dusverre slecht wilden tieren, en dáár veeltijds hunne gevangenschap niet veel langer dan een drie-tal *maanden* uithielden *).

Voor zoo veel dus de mij bekend geworden gezamenlijke observaties betreft, staat ons voorbeeld der longaeviteit van *T. taeniatus*, onder de kleinere reptiliën, vermoedelijk als unicum daar. Bij overweging toch, dat ons voorwerp, metende ongeveer 6 centimeters, zijn' vollen wasdom had bereikt toen het gevangen werd, dat het sedert niet verder is gegroeid, en daarbij in aanmerking brengende, dat de Tritons (althans voor den *cristatus* staat dit vast) eerst in het 3de levensjaar volwassen en tot de paring geschikt zijn, — zoo heeft ons diertje eenen ouderdom van 19 à 20 *jaren* bereikt! (Gevangen in Mei 1859, gestorven of gedood in October 1875 geeft $16\frac{1}{2} + 3 = 19\frac{1}{2}$ jaren).

---

*) Werden zij wellicht, juist op grond van tot de „*water*-salamanders" te behooren, wel altijd voldoende in de gelegenheid gesteld, om zich, desverkiezende ook daarbuiten, op het drooge, te begeven, om zich daar, volgens gewoonte, in het najaar, te kunnen gaan verschuilen?

NOG EEN WOORD

OVER

ASTEROÏDEN-INVLOED OP DE TEMPERATUUR

IN MEI EN FEBRUARI.

DOOR

C. H. D. BUIJS BALLOT.



In de *Comptes Rendus* LXXXII, bl. 480, geeft de inspecteur van den meteorologischen dienst in Frankrijk, de Heer CH. ST CLAIRE DEVILLE, een kort artikel „sur les méthodes en Météorologie, dat mij bijna evenzeer verwondert als zijne vroegere artikelen over allerlei perioden.

De overige meteorologen in Europa kunnen zich niet zoo aan de Fransche voorstellingen gewennen.

Vooreerst wordt de methode van ons geacht medelid DOVE genoemd de oude methode, *de méthode Statique*, omdat hij de gemiddelde temperaturen, telkens van vijf dagen in pentaden vereenigt, welk gebruik door het meteorologisch congres van Weenen uit pieteit jegens dien vader van een nieuw tijdperk, gelijk ik hem in 1847 noemde, *Changements périodiques de température* IIIme partie, bestendigd werd.

Zelf ben ik geen voorstander van die pentaden en heb ik dadelijk van 1849 af de temperaturen van elken dag afzonderlijk gehouden, en voor elken dag afzonderlijk de afwijkingen berekend, omdat ik toen reeds beweerde, dat de veranderingen der weêrsgesteldheid niet voornamelijk op de plaats zelve werden te voorschijn geroepen, maar van rondom en vooral van

boven werden aangebracht, en er dus door winden en andere omstandigheden tijdelijke storingen kunnen worden teweeggebracht, die soms slechts kort duren en geheel onopgemerkt voorbijgaan, als men alleen op pentaden let.

Er zijn echter redenen vóór pentaden aan te brengen, vooral in dien tijd, toen DOVE de argumenten van BRANDES en MAHLMANN verdedigde.

Mij dunkt al behoort DEVILLE ook tot de bestrijders der pentaden, zoo zou toch eenig nadenken hem onmiddellijk de overige onbetaalbare en buitengemeene verdiensten van DOVE hebben voor den geest gebracht.

In elk geval zou ik het minder goed achten de eerste dagen en zoo de tweede dagen enz., door pentaden te vereenigen om te gaan zoeken naar eene *période quinquedienne*.

Het komt mij namelijk voor, en zoo nader ik tot het tweede punt, dat in het algemeen bij vele meteorologen de zucht om perioden, die voor hemellichamen gelden, ook in meteorologie duidelijk weêr te vinden, wel wat groot is, en dat in het bijzonder DEVILLE wat veel naar perioden zoekt, die zelfs niet voor hemellichamen bekend zijn.

Meteorologie moest het voorbeeld geven van goede statistiek en men moet niet vergeten, dat getallen, naar wèlke periode ook in eenige kolommen geplaatst, al zeer moeielijk voor elke kolom dezelfde som zouden geven; dat men dus geen recht heeft om uit eene afwisseling van die sommen dadelijk tot een periodische oorzaak te besluiten, indien niet eene zeer lange reeks van waarnemingen, en die een zeer groot aantal van die perioden omvat, bij terugkeer daarvan hetzelfde geeft.

Het is dus niet daarom dat ik met DEVILLE den arbeid van LEVERRIER waardeer, die door het uitgeven van zijn *Bulletin international* het eerst practisch heeft tot stand gebracht, wat door velen, onder anderen in Holland 1847, 1848 en 1854 was aanbevolen; daarom kan ik ook wel met FAIJE de oorzaken van weêrsverandering zoeken in de hoogere deelen van den dampkring, al blijf ik voor wervelwinden, hagelbuien en cyklonen aan de zijde van REIJE, uit Straatsburg; maar ik kan moeielijk de toekomst der meteorologie uit bovenaardsche streken verwachten.

Misschien past het mij het minst dat te zeggen, omdat niemand meer dan ik getracht heb den invloed van de maan te onderzoeken, en ik zelfs de waarschijnlijkheid van een periode van 27,682 dagen trachtte te betoogen.

Maar die was dan ook zestienhonderd malen teruggekeerd, en voldeed aan verscheiden eischen, terwijl de werking der asteroïden, die naar ERMAN en anderen eens in het jaar in Februari en Mei warmte zouden absorbeeren, nog nauwlijks vijftig malen kan gemeten zijn en dus zeer ligt door andere werkingen scheef kan worden voorgesteld.

Het verschijnsel kan wel geheel aan die laatste werkingen zijn toe te schrijven.

Nog in sterker mate geldt dit van allerlei andere perioden, die door MELDRUM, LOCKIJER en DEVILLE worden voorgeslagen.

Om nu eerst die asteroïden-storing in Mei en Februari juister te kunnen beoordeelen, wil ik ook van Brussel en voor Chiswick dien invloed onderzoeken, op dezelfde wijze als ik dit voor den Helder deed in mijn stukje, *Verslagen en Mededeelingen*, 2e reeks, deel IX, p. 284.

Het *annuaire de l'Observatoire Royal de Bruxelles*, 43 année van E. QUETELET, en het werk van J. GLAISHER, *Reduction of the meteorological observations made at the Royal Horticultural gardens Chiswick in the years* (1826—1869), beiden na mijn genoemd opstel uitgekomen, stelden mij daartoe in staat.

Op overeenkomstige wijze als daar beschreven is heb ik de temperatuur berekend, in de volgende tabel voorgesteld, en wel in de eerste tabel van iedere plaats de gemiddelde temperatuur van negentallen van opeenvolgende dagen.

Men ziet dat er in de opvolging der drietallen nog kleine onregelmatigheden voorkomen in Mei, die op een verkoeling omtrent den 13den wijzen, óf, want dit merkte ik reeds in de *Changements périodiques* op, op een verwarming te voren en daarna, maar uit de negentallen is die onregelmatigheid verdwenen; terwijl toch in andere gedeelten des jaars, vooral in Brussel grootere onregelmatigheden, zelfs in de negentallen zichtbaar voortduren.

In Brussel, meer continentaal gelegen, zijn die onregelmatig-

heden grooter dan te Chiswick en aan den Helder. Het komt mij niet voor, dat zij zóóveel grooter zijn dan de waarschijnlijke fout van de bepaling der temperatuur van een zelfden datum, dat men weêr een bijzondere oorzaak daarvoor zou moeten zoeken, veel minder nog dat men regt zou hebben een bepaalde oorzaak daarvoor aan te nemen. En al is dan de maand Mei 1876, onmiddellijk volgende na den tijd, waarop ik dit stukje in de Akademie bracht, in Europa, vooral in Oostenrijk en Rusland, vrij koud geweest, en zelfs omstreeks den 13den bijzonder koud, toch neig ik niet sterker dan vroeger tot het aannemen van een asteroïden-storing of van eenigen anderen kosmischen invloed. Alleen de bekende door DOVE aangegevene verklaringen kunnen nog worden toegelaten voor die plaatsen, waarvoor de onregelmatigheid beter gebleken is dan voor Emden, den Helder, Utrecht, Maastricht, Brussel en Chiswick. Het ware te wenschen, dat meer algemeen de gang der temperatuur op deze wijze wierd onderzocht.

DAGELIJKSCHE GEMIDDELDE TEMPERATUU
DAGEN VAN 1 JANUARI

RIJZING NA 7 JANUARI.

	Januari.	Februari.	Maart.	April.	Mei.	J
1	**3.03**	3.87	5.30	7.50	10.80	1
2	2.57	**3.77**	5 40	7.80	11.00	1
3	2.47	3.87	5.43	8.13	11.13	1
4	**2.50**	4.17	**5.20**	8.43	11.20	1
5	2.43	4.50	**5.10**	8.67	11.33	1
6	2.23	4.70	**5.07**	8.83	11.43	1
7	2.20	**4.60**	**5.13**	**8.73**	**11.37**	1
8	min. 2.23	**4.40**	**5.03**	**8.40**	**11.27**	1
9	2.40	**4.00**	**4.93**	**8.13**	**11.27**	1
10	2.53	**3.67**	**4.90**	**8.07**	**11.40**	1
11	2.73	**3.47**	**5.10**	**8.27**	11.53	1
12	2.80	**3.30**	5.47	**8.27**	11.60	1
13	2.83	**3.43**	5.77	**8.50**	11.63	1
14	**2.67**	**3.70**	5.93	**8.73**	11.85	1
15	**2.57**	**4.07**	6.07	9.07	12.33	1
16	**2.67**	**4.10**	**5.87**	9 10	12.67	**15**
17	2.83	**3.93**	**5.77**	9.13	12.83	**15**
18	3.00	**3.73**	**5.67**	9.17	12.90	**15**
19	**2.96**	**3.63**	**5.87**	9.37	13.10	**15**
20	3.07	**3.80**	**6.00**	9.50	13.33	1
21	3.20	**4.07**	**5.97**	9.70	**13.27**	1
22	3.50	**4.30**	**5.90**	9.73	**13.30**	1
23	3.57	**4 43**	**5.87**	**9.63**	13.37	**16**
24	3.67	**4.57**	**5.83**	**9.60**	13.57	**16**
25	3.67	4.77	**5.90**	**9.67**	13.57	**16**
26	3.77	4.97	6.27	9.73	13.67	1
27	**3.73**	5.07	6.63	9.87	13.77	1
28	**3.74**	5.13	6.83	9.87	13.80	**16,**
29	3.77		6.83	10.02	13.83	**16**
30	3.83		6.97	10.37	13.97	**16**
31	3.87		7.20		14.30	

…WICK GEMIDDELD UIT DRIETALLEN VAN …31 DECEMBER 1869.

DALING NA 14 JULI.

…li.	Augustus.	September.	October.	November.	Decemb.
…40	**17.50**	15.90	12.67	**8.07**	**5.17**
…37	**17.60**	15.33	12.50	7.77	**5.13**
…1.07	**17.60**	**15.37**	12.40	7.47	**5.27**
….43	**17.53**	**15.37**	11.93	7.37	**5.67**
…1.67	**17.33**	15.33	11.53	7.33	**5.87**
…57	**17.20**	**15.40**	11.43	7.27	**5.97**
…37	**17.10**	**15.47**	11.40	6.87	**5.70**
…00	**17.20**	**15.47**	11.27	6.40	**5.40**
…97	**17.20**	15.17	11.17	6.07	**5.10**
…17	**17.37**	14.70	**11.30**	5.93	**4.87**
…43	**17.47**	14.33	**11.33**	5.90	**4.80**
….67	**17.43**	14.20	11.10	5.87	4.70
….83	**17.17**	14.10	10.80	5.73	**4.77**
…xim. ….90	**16.93**	14.03	10.63	5.73	**4.90**
….83	16.80	**14.20**	10.37	5.67	**4.90**
….63	16.70	**14.43**	10.10	5.53	**4.83**
….40	16.70	**14.33**	9.90	5.40	4.60
….00	**16.73**	13.97	9.90	5.23	4.40
….90	**16.83**	13.60	9.83	**5.30**	4.17
…03	16.67	13.47	9.80	**5.53**	4.07
…23	16.47	13.43	**9.87**	**5.73**	4.03
…27	16.20	**13.50**	**10.00**	**5.73**	3.93
…17	16.07	**13.50**	**9.83**	**5.33**	3.77
…03	16.00	13.37	9.37	4.93	3.30
…13	**16.07**	13.20	8.67	4.83	3.17
…33	**16.27**	13.17	8.33	4.77	2.90
…43	**16.37**	13.13	8.03	**4.97**	2.83
…37	**16.17**	**13.17**	7.87	**4.97**	**2.90**
…23	15.93	13.07	7.83	**5.20**	**3.27**
…37	15.67	12.83	**7.93**	**5.23**	**3.33**
	15.57		**8.13**		**3.57**

DAGELIJKSCHE GEMIDDELDE TEMPERATU
VAN DAGEN VAN

RIJZING NA 6 JANUARI.

	Januari.	Februari.	Maart.	April.	Mei.	Jun
1	**2.93**	3.93	5.15	7.59	10.62	14.4
2	2.77	4.03	5.19	7.81	10.84	14.6
3	2 72	4.14	5.21	8.06	10.98	14.7
4	2.58	4.21	5.21	8.22	11.12	14.8
5	2.41	4.22	**5.18**	8.29	11.20	15.
6	minim. 2.37	**4.19**	**5 14**	8.37	11.28	15.1
7	2.41	**4 14**	**5.08**	8.41	11.32	15.2
8	2.47	**4.12**	**5.08**	8.44	11.38	15.
9	2.48	**4.00**	**5.14**	**8.41**	11.43	15.4
10	2.52	**3.90**	5.27	**8.43**	11.47	15.5
11	2.54	**3.86**	5.36	8.47	11.54	15.5
12	2.59	**3.79**	5.49	8.49	11.73	15.6
13	2.68	**3.73**	5.51	8.56	11.90	15.7
14	2.74	**3.70**	5.60	8.71	12.07	15.7
15	2.79	**3 70**	5.73	8.83	12.28	15.7
16	2.81	**3.72**	5.83	8.99	12.47	15.8
17	2.86	**3.81**	5.90	9.12	12.67	16.
18	2.92	**3.96**	5.90	9.31	12.83	16.
19	3.03	**4.01**	**5.88**	9.40	13.02	16.
20	3.16	**4.06**	**5.88**	9.42	13.18	16.
21	3.29	**4.12**	**5.82**	9.49	13.24	16.
22	3.37	4.28	**5.89**	9.59	13.32	16.
23	3.47	4.40	6.04	9.62	13.46	16.
24	3.53	4.57	6.14	9.72	13.53	16.
25	3.63	4.73	6.21	9.76	13.56	16.5
26	3 70	4.90	6.32	9.86	13.62	**16.5**
27	3.74	5.01	6 48	9.94	13.77	**16.5**
28	3.76	5.11	6.64	10.11	13.88	**16.5**
29	3.80		6.87	10.31	14.02	16.
30	**3 78**		7.13	10.46	14.20	16.7
31	3.82		7.39		14.33	

CHISWICK GEMIDDELD UIT NEGENTALLEN
UARI 1826—1869.

DALING NA 14 JULI.

uli.	Augustus.	September.	October.	November.	Decemb.
.83	**17.47**	15.57	12.59	7.75	**5.27**
.92	**17.39**	15.44	12.37	7.68	**5.40**
.97	**17.39**	15.44	12 22	7.62	**5.49**
.03	**17.38**	15.41	12 00	7.43	**5.51**
.11	**17.38**	15.38	11.77	7.17	**5.47**
.20	**17.33**	15.31	11.67	6.93	**5.44**
.29	**17.33**	15.18	11.54	6.72	**5.41**
.37	**17.33**	15.04	11.38	6.54	**5.36**
.40	**17.28**	14.92	11.23	6.40	**5.26**
.42	**17.21**	14.76	11.17	6.18	**5.11**
.44	**17.20**	14.61	11.08	6.01	**5.03**
.49	**17.14**	14.52	10.88	5.87	4.90
.61	17.08	14.41	10.73	5.73	4 82
xim. .66	17.03	14.23	10.62	5 68	4.77
.63	16.99	14.12	10.46	5.59	4.67
.56	16.90	14.04	10.24	5.52	4.59
.48	16.76	13.94	10.11	5.56	4.52
.42	16.67	13.87	10.04	5.54	4.44
.36	16.58	13.84	9 98	5.52	4.31
.27	16.48	13.77	9.84	5.42	4 14
.20	16.40	13.59	9.71	5.30	3.91
.09	16.37	13.43	9.50	5.29	3.76
10	16.33	13.38	9.32	5.21	3.58
18	16.28	13.31	9.09	5.21	3.28
23	16.14	13.29	8.84	5.18	**3.33**
26	16.09	13.24	8.67	5.10	**3.31**
24	16.01	13.11	8.44	5.04	3.16
28	15.93	13.01	8.22	4.99	**3.21**
33	15.87	12.91	8.08	**5.03**	3.07
39	15.79	12.77	7.91	**5 16**	2.91
17	15.70		7.82		**2.98**

DAGELIJKSCHE GEMIDDELDE TEMPERATU
VAN DAGEN VA

RIJZING NA 11 JANUARI.

	Januari.	Februari.	Maart.	April.	Mei.	Ju
1	**2.23**	**3.47**	**4.57**	7.97	**10.87**	15.
2	1.83	3.53	**4.73**	8.33	11.33	16.
3	1.73	**3.50**	5.07	8.53	11.77	16.
4	**1.80**	3.60	5.20	8.63	11.90	16.
5	**2.03**	3.87	**5.13**	8.67	11.97	16.
6	**2.00**	4.23	**5 07**	8.77	12.07	16.
7	**1.87**	4.30	**5 07**	8.97	12.37	16.
8	1.57	**4.17**	**4.93**	9.03	12.77	17.
9	1.17	**3.70**	**4.70**	**8.77**	13.03	**17.0**
10	1.07	**3.23**	**4.60**	**8.50**	13.10	**17.0**
11	min. 1.20	**2.96**	**4.53**	**8.43**	13.10	**16 9**
12	1.60	**2.90**	**4.73**	**8.57**	13.20	17.
13	1.87	**2.97**	**4 97**	**8.70**	13.20	17.
14	2.07	**3.13**	5.40	**8.93**	**13.03**	17.
15	**1.97**	**3.40**	5.67	9 23	**13.00**	**17.4**
16	**1.87**	**3.80**	5.97	9.43	13.33	**17.5**
17	**1.93**	**3 93**	6.07	9.43	13.70	**17.5**
18	2.20	**3.87**	**5.97**	9.57	13.87	**17.4**
19	2.23	**3.63**	**5.77**	9.93	**13.83**	**17.2**
20	**2.03**	**3.60**	**5.67**	10 37	13.93	17.
21	**2.03**	**3.60**	**5.67**	10.57	14.13	17.
22	2.37	**3.70**	**5.80**	10.63	14.33	17.
23	2.93	**3.87**	**5.90**	**10.60**	14 57	**17.7**
24	3.23	**4.17**	6.07	10.70	14.60	**17.4**
25	3.37	4.53	6.13	10.77	14.80	**17.4**
26	3.40	4.73	6.30	10.97	**14.50**	**17.4**
27	3.40	4.80	6.53	11.10	**14.77**	**17.3**
28	3.47	**4.63**	6.77	**10.83**	15.00	**17.3**
29	3.50		6.93	**10.70**	15.53	**17.0**
30	3.53		7.17	**10.63**	15.53	**16.9**
31	3.53		7.53		**15.50**	

BRUSSEL, GEMIDDELD UIT DRIETALLEN
NUARI 1835—1872.

DALING NA 7 AUGUSTUS.

Juli.	Augustus.	September.	October.	November.	Decemb.
.77	18.13	16.63	13.60	**8.43**	**4.93**
.07	**18.17**	16.60	13.37	8.10	4.67
.43	**18.30**	16.60	13.27	7.83	4.60
7.93	**18.50**	**16.63**	13.00	7.57	4.47
8.27	**18.53**	16.60	12.83	7.57	**4.67**
8.53	**18.70**	16.50	12.77	7.50	**4.73**
8.53	18.13	16.43	12.60	7.47	**4.70**
.37	18.00	**16.47**	12.53	7.23	4.27
.03	17.97	**16.50**	12.23	6.83	3.80
.93	**18.10**	16.27	11.93	6.30	3.50
.23	**18.23**	15.77	11.60	5.90	3.33
18.63	**18.37**	15.27	11.27	5.60	**3.43**
8.97	**18.43**	14.97	11.03	5.53	**3.53**
9.13	**18.57**	14.92	11.00	5.53	**3.80**
9.30	**18.60**	14.90	11.00	**5.73**	**4.00**
axim. 9.30	**18.57**	**15.10**	10.97	**5.77**	**4.07**
9.17	**18.23**	**15.13**	10.80	**5.77**	**3.83**
8.90	**18.20**	**15.00**	**10.87**	5.47	**3.50**
8.73	**18.13**	14.63	**10.83**	5.13	3.23
8.50	**18.13**	14.30	10.60	4.80	3.00
8.50	**18.00**	14.10	10.20	**4.93**	2.60
.63	17.77	13.90	10.07	**5.30**	2.33
.87	17.47	**13.97**	10.07	**5.57**	2.23
.73	17.27	**13.97**	**10.10**	**5.43**	**2.30**
18.43	17.13	**13.97**	9.77	**5.23**	2.20
18.23	17.13	**13.93**	9.27	**5.17**	**2.23**
.37	**17.20**	13.80	9.23	**5.33**	**2.30**
.50	**17.23**	**13.83**	8.83	**5.37**	**2.30**
.47	**17.17**	**13.93**	8.50	**5.33**	**2.33**
30	17.08	13.73	8.13	**5.10**	**2.37**
18.17	16.77		**8.50**		**2.47**

DAGELIJKSCHE GEMIDDELDE TEMPERATU
VAN DAGEN VAN 1 JANUA

RIJZING NA 7 JANUARI.

	Januari.	Februari.	Maart.	April.	Mei.	Jun
1	2.12	3.52	4.83	7.84	11.20	15.
2	2.08	3.65	**4.78**	8.06	11.33	16.
3	2.07	3.76	4.92	8.28	11.49	16.
4	1.97	3.79	4.94	8.52	11.71	16.
5	1.81	3 86	4.94	8.68	12.02	16.
6	min. 1.52	**3.81**	4.94	8.69	12.29	16.
7	1.58	**3.71**	4.96	8.70	12.46	16.
8	1.60	**3.66**	**4.82**	8.72	12.61	16.
9	**1.59**	**3.61**	**4.86**	**8.70**	12.79	16.
10	1.60	**3.50**	**4.88**	8.72	12.78	17.
11	1.69	**3.41**	4.96	8.80	12.97	17.
12	**1.58**	**3.33**	5.03	8.86	13.08	17.
13	**1.60**	**3.33**	5.18	8.88	13.21	17.
14	1.73	**3.33**	5.33	8.93	13.28	**17.3**
15	1.92	**3.39**	5.46	9.12	13.36	.71
16	1.99	**3.47**	5.57	9.36	13.46	17.
17	2.01	**3.56**	5.71	9.58	13.57	17.
18	2.07	**3.62**	5.77	9.79	13 67	17.
19	2.16	**3.71**	5.84	9.89	13.83	17.
20	2.30	**3.80**	5.88	10.13	14.07	17.
21	2.49	3.88	5.90	10.28	14.20	**17.5**
22	2.66	3.96	5.90	10.48	14.32	**17.5**
23	2.79	4.07	5.96	10.64	14.33	**17.5**
24	2.89	4.19	6.09	10.76	14.50	**17.5**
25	3.07	4.29	6.23	10.78	14.71	**17.5**
26	3 28	4.39	6.38	**10.75**	14 87	**17.3**
27	3.39	4.57	6.59	10.78	15.08	**17.2**
28	3.46	4.74	6.81	10.78	15.18	**17.1**
29	3.46		7.07	10.86	15.26	**17.1**
30	3.49		7.34	11.00	15.48	**17.2**
31	3.50		7.61		15.63	

BRUSSEL, GEMIDDELD UIT NEGENTALLEN
3 TOT 31 DECEMBER 1872.

DALING NA 16 JULI.

Juli.	Augustus.	September.	October.	November.	Decemb.
7.34	**18.32**	16.81	13.48	8.17	4.92
7.46	**18.37**	16.73	13.38	8.04	4 89
17.63	**18.33**	16.62	13.22	7.94	4.81
17.76	**18.28**	16.57	13.07	7.82	4.70
17 89	18.26	16.54	12.91	7.63	4 53
18.00	**18.28**	16.53	12 72	7.39	4.38
18.13	18.21	16.44	12.51	7.11	4.22
18.28	**18.24**	16.28	12.32	6.90	4.09
18.40	**18.26**	16.09	12.09	6.66	3.99
18.48	**18.23**	15.89	11.85	6.43	3.91
18.57	**18.22**	15.71	11.71	6.22	3.80
18.66	**18 27**	15.54	11.50	6.06	**3.94**
18.73	**18.31**	15.44	11.31	5.87	3.70
18.84	**18.37**	15.27	11.13	5.73	3.66
18.95	**18.38**	15.06	11.04	5.60	3 42
axim. 19.00	**18.28**	14.90	10.94	5.48	**3.61**
18.93	**18.38**	14.77	10.80	5.37	**3.54**
18.90	**18.34**	14.67	10 69	**5.38**	3.37
18.89	**18.27**	14.54	10.62	**5.40**	3.21
18.84	17.98	14.47	10.49	**5.38**	3.02
18.76	17.82	14.36	10.39	5.28	2.80
18.60	17.68	14.17	10.22	5.22	2.59
18.54	17.58	13.96	9.98	5 18	2.49
18.54	17.49	13.96	9.86	**5.23**	2.40
18.52	17.38	13.90	9.52	**5 30**	2.28
18.52	17.26	13.83	9.28	**5.36**	2.27
18.47	17.15	13.83	9.28	**5.29**	2.27
18.37	17.04	13.82	9.03	5.18	**2.32**
18.27	16.98	13.63	8.73	5.06	2.21
18.27	16 94	13.57	8.61	5.01	2.17
3.32	16.87		8.39		2.17

VERSLAG

VAN DE

COMMISSIE TOT VOORBEREIDING DER WAARNEMING VAN DEN VENUS-OVERGANG

OVER DE RAPPORTEN

UIT NED. INDIE

DOOR TUSSCHENKOMST DEN MINISTER VAN MARINE EN KOLONIEN ONTVANGEN,

1°. VAN NEDERLANDSCHE ZEEOFFICIEREN,

2°. VAN DE INGENIEURS METZGER EN WOLDRINGH EN DEN ASSISTENT TEUNISSEN, ALLEN VAN DE GEOGRAPHISCHE DIENST IN N. I.,

BETREFFENDE WAARNEMINGEN VAN DIEN OVERGANG.



Amsterdam, *Februari* 1876.

De Commissie tot voorbereiding der waarneming van den Venus-overgang van 9 December 1874, van de natuurkundige afdeeling der Kon. Akademie van Wetenschappen, ontvangen hebbende de afschriften der rapporten van de kommandeerende officieren van de Nederlandsche oorlogschepen in den O. I. Archipel, en van den luitenant ter zee 2de klasse F. W. HUDIG, te Batavia, betreffende de door hen op uit noodiging van den kommandant der zeemacht volbrachte waarneming van dien overgang, heeft de eer omtrent den inhoud dier rapporten het volgende mede te deelen:

In het geheel hebben aan de waarneming deelgenomen 28 waarnemers, behoorende tot de état majors van 15 schepen, liggende ter reede van 11 plaatsen in den Indischen Archipel, als: Poeloe Bras, Oeleleh, Pedir, Gighen, Telok Semawei, Djollo,

Edi, Tandjong Pandan, Bandjermasin, Boeton en Ternate; gedeeltelijk geschiedden de waarnemingen aan boord, gedeeltelijk aan den wal, nml. te Poeloe Bras door één waarnemer, te Oeleleh, te Djollo, te Edi, verder te Soerabaja door eene commissie van 4 zeeofficieren, en te Batavia door den heer HUDIG.

De meeste dezer waarnemers, d. i. allen, op vier na, hadden geene andere kijkers tot hunne beschikking dan gewone scheepskijkers; slechts de heer SIRKS te Oeleleh gebruikte een Moltenikijker met astronomische oogbuis van, zooals hij opgeeft, 120 malige vergrooting; de heer HUDIG nam te Batavia waar, door een kijker op voet, hebbende eene opening van 65 m.m., de heer DE BRAUW te Tandjong Pandan door een kijker van een Universaal-Instrument, de heer Baron VAN WASSENAER TOT CATWIJCK, te Soerabaja, door een opzettelijk aangekochten astronomischen kijker met 68 m.m opening; deze waarnemingen zouden de eenig zijn, die voor het eigenlijke doel der waarnemingen van den Venus-overgang, namelijk de bepaling van de zonsparallaxis, eenig gewicht in de schaal zouden kunnen leggen, indien niet op veel gunstiger gelegene plaatsen van den Aardbol, en met nog veel volkomener hulpmiddelen, de in- en uitgang was waargenomen.

Om dit nader toe te lichten, herinnert de commissie dat er twee methoden kunnen aangewend worden om uit de waarnemingen van den Venus-overgang de zonsparallaxis af te leiden. Bij de methode van HALLEY wordt de *langere of kortere duur* van den overgang, op verschillende plaatsen waargenomen, daartoe gebruikt, met andere woorden de verlenging en verkorting der verwijling van Venus voor de zonneschijf. Bij de methode von DELISLE daarentegen worden de *versnellingen* en *vertragingen* in aanmerking genomen, die hetzij de *ingang* hetzij de *uitgang* voor verschillende waarnemingsplaatsen ondergaan heeft. Voor de toepassing der methode van HALLEY moet in- en uitgang beide op de waarnemingsplaats zichtbaar zijn, in de keuze der waarnemingsplaats is men dus meer beperkt, daarentegen is eene zeer nauwkeurige bekendheid met de geographische lengte der waarnemingsplaats geen vereischte, voor die der methode van DELISLE wel. Om nu te beoordeelen in hoever de waarnemingen in den indischen archipel, al waren zij

met de volkomenste hulpmiddelen verricht, voor de toepassing van de methode van HALLEY eene bijdrage zouden leveren, zij opgemerkt dat, wanneer wij enkel de binnenste aanrakingen beschouwen, de verlenging van den duur van overgang, door de parallaxis o. a. bedragen heeft:

	Volgens Proctor (the coming transits)	Volg. Naut. Alm.
te Nertschinsk	$15^m,6$	$15^m,1$
te Tientsin	13 ,4	12 ,5
te Pekin	12 ,9	12 ,6

en dat de verkorting van den overgang o. a. bedroeg:

	Volgens Proctor (the coming transits)	Volgens N. Alm.
te St. Paul	$11^m,3$	$13^m,2$
te Mauritius	9 ,3	. .
te Réunion	9 ,9	$9^m,7$ (doch hier is de ingang mislukt.)

Door verbinding der gedane waarnemingen te Pekin en St. Paul, beide door fransche commissies uitgevoerd, is reeds een voorloopig resultaat der zonsparallaxis afgeleid, en hiervoor was dus een verschil in de duren van overgang op beide plaatsen van omtrent 24 à 26 minuten beschikbaar.

In den Indischen Archipel of liever voor de waarnemingsplaatsen, waar de in- en uitgang door de Nederlandsche zeeofficieren is waargenomen, werd in de meeste gevallen de duur van den overgang vertraagd, doch voor de plaatsen nabij de noordpunt van Sumatra slechts omtrent 2 minuten, voor Ternate nog geen volle 3 minuten. Alleen voor Soerabaja had eene verkorting plaats van 53 sekonden.

Letten wij nu, om de geschiktheid der gedane waarnemingen voor de methode van DELISLE te beoordeelen, op de versnelling of vertraging, die de in- en uitgang op de geschiktste waarnemingsplaatsen op den aardbol gehad heeft, dan vinden wij dat de ingang van Venus door de werking der parallaxis vertraagd werd, volgens PROCTOR:

op Mauritius $10^m,8$,
op St. Paul $10^m,5$,

en versneld:

op de Sandwich eilanden $11^m,2$,

evenzoo werd de uitgang versneld:

op het Campbell eiland $10^m,3$,

en vertraagd:

in Astrakan:	$11^m,6$
in Alexandrië:	$10^m,0$
in Suez:	$9^m,8$
in Nertschinsk	$9^m,8$
in Dehli:	$9^m,4$ enz.,

terwijl in den Indischen Archipel bij den ingang de grootste vertraging plaats had aan de noordpunt van Sumatra, en wel ten bijdrage van 3,6 minuten, en bij den uitgang de grootste vertraging weder aan de noordpunt van Sumatra plaats vond, en wel ten bedrage van 5 minuten.

Dus bedroeg op de gunstigst gelegene plaatsen in den Indischen Archipel de werking der parallaxis bij den ingang slechts ongeveer $\frac{1}{3}$ en bij den uitgang slechts ongeveer de helft van de grootst waargenomen werking.

Hoe verder oostwaarts, hoe minder de werking der parallaxis nog op in- en uitgang was. Ternate is de eenige waarnemingsplaats, waar eene versnelling van $0^m,7$ bij den ingang plaats had. Te Batavia was de vertraging bij den ingang $3^m,0$, bij den uitgang $2^m,3$, te Soerabaja $2^m,4$, en $1^m,6$, te Tandjong Pandan $2^m,7$ en $2^m,7$. De aangevoerde redenen gelden ook voor de vier waarnemingen, die met betere hulpmiddelen gedaan zijn; zij leiden tot de gevolgtrekking, die trouwens ook vóór den overgang gemaakt is, dat de Indische Archipel niet onder de geschiktste gedeelten van den aardbol behoorde, om den overgang waar te nemen.

Daar nu echter toch op uitnoodiging van den kommandant der zeemacht in O. I. op een betrekkelijk aanzienlijk aantal plaatsen de overgang is waargenomen en wel met verrekijkers,

die alle wel niet veel in vermogen van elkander zullen verschillen, is het niet van alle belang ontbloot, deze waarnemingen op eene andere wijze aan een onderzoek te onderwerpen, en eens na te gaan, wat, bij het waarnemen van eenen overgang van Venus, die verrekijkers, namelijk gewone scheepskijkers kunnen opleveren, welke nauwkeurigheid zij met andere woorden gedogen.

Enkele waarnemers hebben in hunne verslagen vermeld, dat zij hunne kijkers voorzien hadden van gekleurde glazen, een hunner voegt er bij „van een sextant". Zonder twijfel moet aangenomen worden, dat dit door de overige waarnemers ook gedaan is, aangezien het niet mogelijk is, zonder een dergelijk glas in een kijker naar de zon te zien. De meeste waarnemers maken melding, hetgeen ook in de toegezonden instructie verzocht was, van de vervorming, die de schijf van Venus bij de binnenste aanraking schijnt te ondergaan. Voor twee waarnemers scheen de zonnerand bij die aanraking naar binnen, voor twee andere naar buiten gebogen te zijn. De waarnemers te Soerabaja vermelden dat zij zeer weinig, een der waarnemers te Edi, dat hij geene vervorming gezien heeft. De meeste doen hunne beschrijving vergezeld gaan door eene teekening, waaruit te zien is, hoe zich Venus bij de binnenste aanraking voordeed, die teekening komt overeen met de bekende peervormige verlenging, die reeds meermalen is afgebeeld en beschreven. Verscheidene waarnemers maken echter de juiste opmerking, dat de hun ten dienste staande middelen te onvolkomen waren om het verschijnsel juist waar te nemen. In het hierachter gevoegde overzicht is uit de afzonderlijke rapporten datgene aangehaald, wat op de misvorming van de planeet betrekking heeft.

Velen hebben overeenkomstig de instructie aangegeven, zoowel het oogenblik, waarop zij meenden dat eene inwendige aanraking plaats had, zonder dat bij den ingang nog de zonnerand gesloten was, als ook het oogenblik, dat de eerste lichtstreep van den rand zich vertoonde. Het blijkt, dat de aan de zeeofficieren gezonden instructie voor de tweede binnenste aanraking, d. i. het 3e contact, deze onderscheiding niet gemaakt heeft, vandaar dat verschillende waarnemers ook bij deze phase, alleen de blijkbaar uit de instructie ontleende woorden: „eerste

aanraking der randen bij ontmoeting aan de tegenovergestelde zijde der zonneschijf" gebruiken. Het was dus voor de commissie a priori niet op te maken, welk verschijnsel door de waarnemers hierdoor bedoeld werd; het verdwijnen der lichtstreep aan den zonnerand bij de uittrede, of wel het latere oogenblik, waarop eene wiskundige aanraking plaats had der beide cirkelomtrekken, die de schijven van Venus en de zon voorstellen. Slechts twee waarnemers hebben ook hier het tweeledig verschijnsel waargenomen, doch hiervan is de een de heer SIRKS, die met den bovenvermelden Molteni-kijker waarnam, de ander de heer MERCIER. Bij de waarneming van dezen laatsten waarnemer doet zich echter een verschijnsel voor, dat eenigzins twijfelachtig maakt, of hij wel met de noodige onvooringenomenheid heeft waargenomen, daar het tijdsverloop tusschen de twee bedoelde verschijnsels bij de eerste en bij de tweede binnenste aanraking op de sekonde na hetzelfde is, en wel 6^m10^s, een een getal, dat ongeveer $3\frac{1}{2}$ maal meer is dan de andere waarnemers gemiddeld bij de intrede hebben gevonden. Bij het nemen der middentallen zijn echter deze resultaten onveranderd mede opgenomen.

In de instructie schijnt verzuimd te zijn aan te dringen op de vermelding van de opening van het objectief en de vergrooting van den kijker, daarentegen wel verzocht opgave van den barometer en thermometer, waarvan de bedoeling de commissie niet recht duidelijk voorkomt. Vandaar dat de rapporten omtrent de gebruikte kijkers geene andere aanwijzing bevatte, dan dat het „gewone scheepskijkers" waren; ten einde nu omtrent opening en vergrooting der gewone scheepskijkers eene vertrouwbare inlichting te ontvangen, vroeg een onzer die aan den verificateur van 's rijks zee-instrumenten, Dr. P. J. KAISER, te Leiden. Met bereidwilligheid voldeed de heer K. aan het gedane verzoek, door van eenige vroeger bij de marine in gebruik zijnde kijkers vergrooting en objectiefsopening te bepalen. Hij vond de volgende vergrootingen

vergrootingen.	openingen.
7,7	4,0 cM.
10,7	4,7 „

misvorming van de planeet bij de inwendige aanrakingen vertoonen, was bekend, en wordt uit de gedane mededeelingen der meeste waarnemers bevestigd; boven is hiervan reeds een en ander gezegd. In de kolom aanmerkingen is datgene medegedeeld, wat van het 3e contact in de rapporten vermeld is en eenige andere opmerkingen, die uit de rapporten ontleend zijn, of waartoe zij aanleiding geven.

De opgegevene tijdstippen nu zijn op de volgende wijs herleid. Eerst werden alle door aftrekking der lengte in tijd beoosten Greenwich herleid tot middelbaren tijd der plaats, daarna werd er nog afgetrokken de vertraging, die de in- of uitgang, ten gevolge der parallaxis ondergaan heeft. Deze is berekend met behulp der formulen in den *Nautical Almanac:*

$-[2{,}5773]\varrho \sin l - [2{,}7049]\varrho \cos l \cos(\lambda + 136°39',9)$, voor het 1e cont.
$-[2{,}6992]\varrho \sin l - [2{,}7462]\varrho \cos l \cos(\lambda + 147°55',7)$, 〃 2e 〃
$+[2{,}8253]\varrho \sin l + [2{,}5265]\varrho \cos l \cos(\lambda - 55°37',8)$, 〃 3e 〃
$+[2{,}7374]\varrho \sin l + [2{,}5014]\varrho \cos l \cos(\lambda - 37°50',9)$, 〃 4e 〃

in welke formulen l de geocentrische breedte en λ de lengte der waarnemingsplaats beoosten Greenwich beteekent. De aldus verkregene getallen zijn in Tabel II verzameld, waar ook de waarde der vertraging (in één geval versnelling) zelve gegeven is; deze is namelijk, met omgekeerd teeken genomen, opgegeven in de kolom „herleiding voor parallaxis."

Door aftrekking zijn nog gevonden de duur van den zwarten drop, de duur van den ganschen overgang (binnenste aanraking) en de tijd, dien de planeet Venus noodig gehad heeft om bij den uitgang den zonnerand te passeeren.

Van al deze kolommen nu zijn in Tabel II de middentallen genomen en de verschillen aangegeven van elke herleide waarneming met het midden. Bij het nemen echter dezer middentallen zijn niet mede opgenomen de resultaten met de sterkere kijkers verkregen en evenmin de op Z. M. stoomschip *Watergeus* stoomende genomene waarnemingen.

Wanneer wij nu, volgens den gewonen regel der methode der kleinste kwadraten de middelbare fouten voor de verschillende contact-waarnemingen afleiden, dan vinden wij:

					Middelb. fout.	Aantal waarn.
voor het	1ste	contact			± 1^m,5	3
〃	2^{de}	〃		a	± 1^m,4	9
〃	〃	〃		b	± 1^m,7	15
voor het	3^{de}	contact			± 1^m,3	12
〃	〃	〃		a	± 1^m,4	6
〃	〃	〃		b		1
〃	4^{de}	〃			± 0^m,9	16

Men zou hieruit kunnen opmaken, dat het 4de contact zich het gemakkelijkst heeft laten waarnemen; de heer SIRKS merkt ook in zijn rapport op, dat deze waarneming zeer juist waar te nemen was; gedeeltelijk echter kan de kleinheid van de voor dit contact geldende middelbare fout meer een toeval zijn, daar enkele sterk afwijkende waarnemingen de middelbare fouten van de andere contacten vergroot hebben; evenzoo is het bijna zeker, dat de middelbare fout van het 1ste contact te klein is; drie waarnemingen zijn ook trouwens ontoereikend eene middelbare fout met eenige juistheid te bepalen; nemen wij dus allen door elkander, dan komt er voor elke contact-waarneming uit 61 waarnemingen ± 1^m,35, een getal, dat, ten gevolge van mogelijke onzekerheden in de ligging van enkele der observatieplaatsen nog iets, doch zeer weinig, te groot kan zijn *).

Uit de middentallen blijkt ook met veel waarschijnlijkheid, dat de waarnemers, die bij het 3de contact niets omtrent de vervorming van het beeld der planeet hebben medegedeeld en alleen spreken van „de aanraking der randen aan de tegenovergestelde zijde der zonneschijf," het contact $3a$ hebben waargenomen; bij de afleiding van den duur van den ganschen overgang is dit ook aangenomen, even als bij de afleiding van het tijdsverloop dat de geheele schijf der planeet noodig had om den zonnerand te passeeren. De resultaten, voor deze 3 duren gevonden, geven de volgende middelbare fouten:

*) Voor de overgangen van 1769 vond ENCKE voor de middelb. fout eener waarneming van eene inwendige aanraking 8^s, dus voor de middelb. fout ongeveer 12^s. Bij dien overgang besteedde echter de planeet 18^m om den zonnerand te passeeren, bij dien van 1874 29m, om dus de middelb. fout tot dezelfde absolute maat te herleiden moet men haar in rede van 18 tot 29 vergrooten, waardoor zij ongeveer 19^s wordt. Bij dezen overgang waren kijkers en spiegelteleskopen van allerlei afmetingen gebruikt geworden; de aangegevene vergrootingen bedroegen 30 tot 130 maal.

Duur van den drop.	$1^m,8$
〃 〃 〃 overgang	$2^m,2$
〃 〃 〃 〃 van ♀ over den zonnerand	$1^m,3$.

Nu is $1^m,35\sqrt{2} = 1^m,9$, komende dus zeer na met de beide eerste getallen overeen. Hierdoor wordt dus bevestigd, dat de op Greenwich herleide absolute waarnemingstijden zoo goed met elkander overeenstemmen als met den aard der waarnemingen is overeen te brengen, en dat dus de lengten der waarnemingsplaatsen voor ons doel naauwkeurig genoeg bekend zijn.

De in den *Nautical Almanac* voor het middelpunt der aarde, geldende tijden der contacten zijn hieronder op Tabel II ook opgegeven, even als de middens uit de 4 waarnemingen met volkomene kijkers gedaan. Hieruit ziet men, dat gemiddeld met betrekking tot den *Nautical Almanac* waargenomen zijn:

	door de scheepskijkers	door de volkomener kijkers.
Het eerste contact	$5^m,5$ later,	$4^m,5$ later.
〃 tweede 〃 *a*	$1^m,1$ 〃	$2^m,05$ 〃
〃 〃 *b*	$2^m,6$ 〃	$2^m,2$ 〃
〃 derde 〃 *a*	$2^m,5$ vroeger,	$1^m,95$ vroeger.
〃 vierde 〃	$2^m,2$ 〃	$2^m,1$ 〃
de duur van den overgang (binnenste aanraking)		
daarvoor 3_a-2_b nemende	$5^m,2$ korter,	$3^m,9$ korter.
dus *a* 〃 3_b-2_a 〃	$5,2-4,6=0^m,6$ 〃	?
de duur van den voorbijgang der venusschijf voorbij den zonnerand	$0^m,4$ langer,	$0,^m,4$ 〃

Uit deze verschillen zou men kunnen opmaken, dat volgens de hier behandelde waarnemingen de conjunctietijd van Venus met de zon vrij nauwkeurig in den *Nautical Almanac* is opgegeven, maar dat de door de planeet beschrevene koorde een weinig korter geweest is dan volgens den *Nautical Almanac*, dus dat de planeet iets noordelijker stond.

Wanneer later de waarnemingen zullen zijn bekend geworden, die door de verschillende wetenschappelijke commissies zijn gedaan, zal het mogelijk zijn, niet alleen dit resultaat te toetsen,

maar zal ook meer in bijzonderheden kunnen nagegaan worden, bijv. of contact 2_a dan wel 2_b beter met het wezenlijke contact overeenstemt, zoo als het met meer volkomene hulpmiddelen zou waargenomen zijn.

Mocht het nut, dat de waarnemingen, hierboven behandeld, voor de wetenschap opleveren, om de hierboven genoemde redenen, niet groot zijn, toch geven de meeste der rapporten blijken van de groote zorg, waarmede de waarnemingen verricht en beschreven zijn; zij bewijzen, dat mocht voor dergelijke waarnemingen, doch dan liefst met de volkomenste hulpmiddelen, officieren der Nederlandsche marine worden gekozen, dit korps zeer zeker een aantal leden bezit, wien het niet aan de noodige belangstelling en ontwikkeling ontbreekt, om zich, na behoorlijke voorbereiding, van eene opdracht, strekkende om dergelijke waarnemingen in het belang der wetenschap te doen, met goed gevolg te kwijten.

De Commissie tot voorbereiding, enz.

V. S. M. VAN DER WILLIGEN.
F. J. STAMKART.
H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.
J. A. C. OUDEMANS (*rapporteur.*)

NASCHRIFT.

Daar ons medelid VAN DE SANDE BAKHUYZEN uit de meridiaanwaarnemingen van Venus, tijdens hare laatste doorgangen door den klimmenden knoop gedaan, de correctie wenschte te bepalen, die aan de berekende tijden van de verschillende aanrakingen van Venus en de zon bij den doorgang van 8 December 1874 moet aangebracht worden, en voor de vergelijking van dit resultaat met de waarnemingen, die, welke met groote kijkers volbracht zijn, juist het meest van belang zijn, zoo zijn in de tabellen I en II en in het hieronder volgende overzicht, enz., ook opgenomen de berichten van de ingenieurs bij de geographische dienst in Nederl. Indië E. METZGER en C WOLDRINGH, en den assistent bij die dienst W. G. TEUNISSEN, welke berichten

door de Natuurkundige afdeeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen van Z. Excellentie den Minister van Koloniën ontvangen zijn.

OVERZICHT VAN HETGEEN IN DE RAPPORTEN, UIT NEDERL. INDIË ONTVANGEN, OMTRENT DEN ZWARTEN DROP VERMELD IS.

N°. 1. VAN OORDT, *Vice Admiraal Koopman,* Poeloe Bras, en G. C. OTTEN. „De vormverandering werd waargenomen nadat de planeet halverwege over den rand der zonneschijf was voortgeschreden, fig. 1.” Deze figuur vertoont eene nauwe hals, welke minder donker dan de planeet is aangegeven.

N°. 2. SIRKS, *Metalen Kruis*, Oeleleh. „De tijd van binnenste aanraking bij de intrede is tweemaal geobserveerd, de eerste maal vertoonde die planeet zich op de Zon aldus:” (figuur, aantoonende eene inwendige aanraking van een' kleinen cirkel en een' grooten), „het werd toen juist merkbaar dat de planeet zich niet meer regelmatig over den zonnerand voortbewoog, doch door een' zwarten band aan dezelve verbonden bleef. De tweede maal deed de planeet zich aldus voor, (fig. 2,) op dat oogenblik liet de zwarte band van de Zon los en deed zich nog voor als een zwart puntje op den rand der planeet, dat dadelijk verdween.”

N°. 3. DE RUYTER DE WILDT, *Riouw,* reede van Pedir. „De terugtrekking van den band geschiedde plotseling,” fig. 3. (Wat de wrat beteekent op den zwarten drop, is niet vermeld; wellicht in het oorspronkelijke eene vlek, de teekeningen zijn, evenals de verslagen, door de klerken van het marine-departement te Batavia, blijkbaar met veel zorg, gecopiëerd.)

N°. 4. SWAAN, *Deli*, Gighen, „Eenige sekunden voor dat de lichtstreep werd gezien, was het alsof de planeet aan den rand der zon werd vastgehouden, en daardoor kreeg die even vóór de loslating eene peervormige gedaante. Bij het vormen van den lichtstreep was de planeet plotseling bolrond en geen sprake

Tabel I. OVERZICHT VAN DE WAARNEMINGEN VAN DEN VENUS-OVERGANG VAN 9 DECEMBER 1874, DOOR DE NEDERLANDSCHE ZEEOFFICIEREN EN DE INGENIEURS VAN DE GEOGRAPHISCHE DIENST IN DEN OOST-INDISCHEN-ARCHIPEL.

Nº.	Observatie-plaats.	Aangenomene O. Lengte.	Aangenomene Breedte.	Autoriteit.	Schip.	Kommandant.	Waarnemer.	1e Contact.	2e Contact *a*.	2e Contact *b*.	3e Contact?	3e Contact *a*.	3e Contact *b*.	4e Contact.	Zwarte drop.	Kijkers.	Opening.	Vergrooting.	AANMERKINGEN.
1	Poeloe Bras.	95° 7′ 7″	N. 5° 44′	Aangenomen.	Vice-Adm. Koopman.	Van Oordt.	Van Oordt, Etat Major, G. C. Otten, Rapporteur.		20u40m33s	a/b: 20u42m10s aan wal: 6s	0u21m24s,5			0u48m34s 0 48 38	ja —	scheepskijker op voet	—	—	
2	Oeleleh (strand)....	95 17 26	N. 5° 29′ 52″	?	Metalen Kruis.	Kn. t/z. H. B. Kip.	Lt. t/z. 1e kl. H. A. Sirks.		20 41 55 ,3	20u42m37s,3		0u21m 6s	0u21m51s	0 49 13 ,5	ja	Molteni, astron. oogbuis.	—	120	Nº. 2. Cont. 3_a „lichtstreep afgebroken." „ 3_b „oogenblik van volledige aanraking der randen." Maakt opmerkzaam op het verschil tusschen *Berl. Astr. Jahrbuch* en *Nautical Almanac*: Corr. *A. J.* (2_a) + 0m,6 (2_b) + 1m,5 (3_a) − 1m,9 (3_b) − 1m,2 (4) − 1m 5 „ *N. A.* + 2 ,0 + 2 ,7 − 2 ,85 − 2 ,1 − 2 ,4 (Deze getallen door mij afgeleid. O.). In deze sterrekundige jaarboeken is geen onderscheid tusschen *a* en *b* gemaakt.
3	Pedir.......	96	N. 5 25 10	?	Riouw.	Lt. t/z. 1e kl. De Ruyter de Wildt.	4 waarnemers, niet genoemd.	20u19m54s	20 40 54 (3wn) 42 39 (1 „)	20 44 8 ,5(2wn) 44 54 (2 „)	0u23m48s,2			0 50 20 ,7(3wn) 50 53 ,2(1 „)	ja	van middelmatige helderheid	—	—	3e Contact: „de tweede inwendige aanraking."
4		96 1 58 ,5	„ 5 21	Aangenomen.	Deli.	Lt. t/z. 1e kl. Swaan.	4 waarnemers, niet genoemd.	20 21 18 ,5		20 41 13 ,5	0 22 7,5			0 51 34 ,5	ja	gewone scheepskijker.	—	—	Slingerend schip, kijker in de hand. NB. ♀ gebruikt voor den ingang 19m55s, voor den uitgang 29m27s. 3e Contact: „de eerste binnenaanraking aan de tegenovergestelde zijde der zonneschijf" (twee waarnemers). 3e Contact: „de eerste aanraking der randen bij ontmoeting aan de tegenovergestelde zijde der zonneschijf." Aanmerking betreffende het gebrekkige instrument. 3e Contact: „tweede binnenaanraking."
5	Gighen....	2 7 ,5	„ 5 22 45	door waarnemingen van meer dan een jaar gevonden.	Citadel van Antwerpen.	Kn. Lt. t/z. Van der Sleyden.	Lt. t/z. 2 kl. W. H. Dittlof Tjassens.		20 44 35	20 46 10	0 26 7,5			0 53 40	ja	Uitm. kijker. Gekl. glazen van een sextant.	—	—	
6		2 7 ,5	„ 5 22 45		Palembang.	Ten Bosch.	„ „ Volck.		20 44 30	20 46 10	0 26 30			0 53 0	ja	—	—	—	
7	stoomende bij Atjeh......	97 5 10 96 50 22 96 48 16	„ 3 8 28 „ 3 20 1 „ 3 22 2		Watergeus.	Buyskes.	?			20 50	0 25			0 50	—	—	—	—	3e Contact: „punt *c*" (van de instructie).
8	Telok Semawei.	97 11	„ 5 10	Kaart van Comm. Fell.	Schouwen.	Mercier.	Mercier?		20 47 22	20 53 32		0 26 16	0 32 26	0 57 26	ja	Gew. scheepskijker.	—	—	3e Contact *a*: „de lichtstreep verdwijnt." 3e Contact *b*: „1e aanraking der randen bij ontmoeting aan de tegenovergestelde zijde der zonneschijf."
9	Djollo......	97 38 37 40 30	„ 5 4 ,5 1 ,5	Volgens „de kaart." Eigen bepaling. Uit het verschil met Atchin head volgens de kaart van Comm Fell. I N.	Amboina.	?	Van Drooge.			20 53 2,8	0 30 37,5			0 59 37 ,5	zon ingebogen	Gew. scheepskijker.			3e Contact: „tweede inwendige aanraking." Zwakke kijker.
10			„ 5 5	Volgens de nieuwste kaart.	Bandjermasin.	Lt. t/z 1e kl. Ehule.	?		20 50 32		0 32 12,3			0 59 47 ,8	ja	Gewone kijkers van goede kwaliteit.	— —	— —	NB. Waarschijnlijk meer dan één waarnemer. 3e Contact: „eerste aanraking der randen bij de ontmoeting van de tegenovergestelde zijde der zonneschijf."
11	Edi (aan den wal).......	97 47 49	„ 4 58	Comm. Fell.	Timor.	?	Lt t/z. 1e kl. Bogaert. „ 2e „ Derx.			20 51 47		0 31 3 0 31 34			bij I. neen bij U. zon uitgebogen				1e aanraking enz. laatstgenoemde geeft op, het oogenblik van verdwijnen der lichtstreep duidelijk te hebben waargenomen; terwijl eerstgen. er niet voor instaat dat zijn oogenblik van observatie tot in sekonden nauwkeurig is.
12	Batavia (tijdklep).......	106 48 7 ,5	Z. 6 7 40	Regerings Almanak.			Lt. t/z. 2e kl. F. W. Hudig.	21 1 25		21 27 55		1 5 9		1 33 21	zon naar binnen gebogen	Kijker op voet.	65mm	—	3e contact: „de laatste lichtstreep."
13	Tandjong Pandan.....	107 38 18 ,3	„ 2 44 40	„	Hydrograaf.	F. F. de Brauw.	F. E. de Brauw. D. W. A. G. Coops. W. J. Struick. H. J. Kleinhens.		21 30 47 ,5 21 30 34 ,5		1 9 1 ,7 1 8 0 ,5 1 7 43 ,9	1 7 24		1 36 50 ,9	bij I. ja; bij U. geringer ja; bij U. op dezelfde wijs ja; (zon uitgebogen) I. ja; bij U. dunner	Kijker van Un. Instr. Gewone kijkers op drievoet met gekleurde glazen.			Het 3e contact is waarschijnlijk 3_a; het wordt wel enkel genoemd „uitgang, binnenste aanraking" en de waarnemer voegt er bij ik heb toen geene of slechts „zeer geringe misvorming der planeet waargenomen", maar later wordt de misvorming der planeet na de binnenste aanraking geteekend. Nº. 2. 3e Contact: „de 2e binnenste aanraking." 3e Contact: „de binnenste aanraking bij de uittrede." 3e Contact: „Het oogenblik dat de verbinding (d. i. de zwarte band) gevormd werd."
14	Soerabaja...	112 43 52	„ 7 12 6,7	„		Kn. Lt. De Vriese.	Lt. t/z. 2e kl. J. D. Baron van Wassenaer tot Catwijck. Lt. t/z. 1e kl. F. J. Stokhuyzen. „ 2e „ Haremaker. „ „ R. C. A. L. Jansen.	21 24 11 ,3 21 24 21 ,55		21 50 43 ,65 21 50 54 ,65 21 50 27 ,65		1 28 36 ,91 1 28 38 ,91 1 28 28 ,41		1 55 53 ,26 1 56 5 ,76 1 56 14 ,26	zeer weinig misvorming.	Astronomische kijker. Scheepskijker Nº. 1. „ Nº. 2.	68	—	2e en 3e Contact: „Het oogenblik van stoppen was bij 1e en 2e binnenaanraking het moment dat de lichtstreep tusschen ⊙ en ♀ rand zichtbaar werd of verdween." Venus na den uitgang in den astronomischen kijker nog eenige oogenblikken zichtbaar.
15	Bandjermasin.	114 34 38	„ 3 18 55	„	Suriname.	Wolterbeek Muller.	Twee waarnemers, Lt. t/z 1e kl. Van Doorn, rapporteur.			21 57 46 ,1 36 ,1	1 34 58 ,8			2 8 16 ,6	—	2 goede scheepskijkers.	—	—	Afwijking van de berekening wordt opgemerkt. Corr. *A. J.* (2_b) + 1m,9 (3?) − 3m,3 (4) − 2m,7 Observatie onder *c*, nl. aanraking enz.
16	Boeton......	122 36 23	„ 5 29 15	„	Banka.	Grobée.	Lt. t/z. 2e kl. Brutel de la Rivière.		22 29 1 ,55	22 30 1 ,55	2 7 4 ,68			2 35 14 ,28	—	—			3e Contact: waarneming onder *c*.
17	Ternate.....	127 22 21	N. 0 47 13	„	Bali.	Lt. t/z. 1e kl. G. Doorman.	Lt. t/z. 2e kl. J. H. de Bruyn.		22 46 26 ,18	22 47 2 ,68	2 24 48 ,84			2 54 42 ,66	—	—			3e Contact: waarneming onder *c*, „het oogenblik van aanraking der randen enz."
18	Buitenzorg..	106 47 20	Z. 6 35 15	„			E. Metzger.	21 2 41 ,9 (veel te laat)		21 27 55 (?) (hoogst. 10s onzek.)	1 6 31 ,9 (zeer zeker)			1 32 29 ,7 (mogelijk iets te vroeg)	Fijne zoom tusschen Venus en de zon		95	55	Zie het voorafgaand overzicht.
19	Penoengalan.	110 44 0	„ 6 59 49	door triang. gevonden.			C. Woldringh.	21 15 2		21 44 19					Niet of althans zeer twijfelachtig.		67	51	

Tabel II. Waargenomene tijden, herleid op M. Tijd Greenwich, duur van den zwarten drop, van den overgang, (binnenste aanraking) en van den tijd, dien de planeet noodig had om den zonnerand te passeren, alles herleid tot het middelpunt der Aarde.

NB. De tusschen ( ) vermelde resultaten zijn met sterkere kijkers verkregen.
De tusschen [ ] vermelde resultaten zijn wegens hunne onzekerheid bij het nemen der arithmetische middens niet medegerekend.

WAARNEMINGS-PLAATSEN.	EERSTE CONTACT.			TWEEDE CONTACT.					DERDE CONTACT.							VIERDE CONTACT.			DUUR ZW. DROP.		DUUR VAN DEN OVERGANG.		♀ OVER ZONNERAND.	
	Herleiding voor parall.	Herleid contact 1. M. T. Gr.	ε	Herleiding voor parall.	Herleid contact 2_a M. T. Gr.	ε	Herleid contact 2_b. M. T. Gr.	ε	Herleiding voor parall.	Herleid contact 3. M. T. Gr.	ε	Herleid contact 3_a. M. T. Gr.	ε	Herleid contact 3_b. M. T. Gr.	ε	Herleiding voor parall.	Herleid contact 4. M. T. Gr.	ε	2_b—2_a herleid.	ε	3—2_b of 3_a—2_b herleid.	ε	4—3 of 4—3_a herleid.	ε
Poeloe bras	..	..	..	— $3^m 21^s$	$14^u 16^m,7$	+ $0^m,2$	$14^u 18^m,3$	+ $0^m,3$	— $5^m 24^s$	$17^u 55^m,5$	+ $0^m,5$	..	..	..	..	— $3^m 45^s$	$18^u 24^m,35$	— $0^m,35$	$1^m,6$	— $0^m,7$	$3^u 37^m,2$	+ $0^m,35$	$28^m,85$	— $1^m,0$
	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	24 ,4	— 0 ,3	..	..	..	..	..	..
Oeleleh	..	...	..	— 3 22	(17 ,4)		(18 ,1)		— 5 22	..	..	($17^u 54^m,6$)	..	($17^u 55^m,3$)	..	— 3 31	(24 5)	..	(0 ,7)	..	(36 ,5)	..	(28 ,9)	..
Pedir	— $4^m 31^s$	$13^u 51^m,4$	+ $0^m,1$	— 3 17	13 ,6	— 2 ,9	16 ,85	— 1 ,15	— 5 18	54 ,5	— 0 ,5	..	..	..	..	— 3 37	22 ,7	— 2 ,0	3 ,25	+ 0 ,95	37 ,65	+ 0 ,8	28 ,2	— 1 ,7
″	..	..	..	″	15 ,4	— 1 ,1	17 ,6	— 0, 5		..	..	..	..	..	..		23 ,3	— 1 ,4	2 ,2	— 0 ,1	..	..	..	..
Gighen	— 4 30	52 ,7	+ 1 ,4	— 3 16	..	..	13, 8	— 4 ,2	— 5 17	52 ,7	— 2 ,3	..	..	..	..	— 3 37	23 ,8	— 0 ,9	..	..	38 ,9	+ 2 ,05	31 ,1	+ 1 ,2
″	..	..	..	″	17 ,2	+ 0 ,7	18 ,8	+ 0 ,8	″	56 ,7	+ 1 ,7	..	..	..	..	..	25 ,9	+ 1 ,2	1 ,6	— 0 ,7	37 ,9	+ 1 ,05	29 ,2	— 0 ,7
″	..	..	..	″	17 ,1	+ 0 ,6	18 ,8	+ 0, 8	″	57 ,1	+ 2 ,1	..	..	..	..	..	25 ,25	+ 0 ,55	1 ,7	— 0 ,6	38 ,3	+ 1 ,45	28 ,15	— 1 ,75
Stoomende	..	..	..	— 3 37	..	..	[18 ,05]	..		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
″	..	..	..	..	..	..	..	..	— 4 52	[51 ,8]		..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
″	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	— 3 15	[19 ,5]	..	..	..	..	..	..	..
Telok Semawei	..	..	..	— 3 8	15 ,5	— 1 ,0	21 ,7	+ 3 ,7	— 5 11	..	..	52 ,35	— $2^m,35$	58 ,5	..	— 3 30	25 ,2	+ 0 ,5	6 ,2	+ 3 ,9	30 ,65	— 6 ,2	32 ,85	+ 2 ,95
Djolo	..	..	..	— 3 5	..	..	19 ,35	+ 1 ,35	— 5 7	54 ,9	— 0 ,1	..	..	..	..	— 3 27	25 ,55	+ 0 ,85	..	..	35 ,55	— 1 ,3	30 ,65	+ 0 ,75
″	..	..	..	..	..	..	..	..	″	56 ,5	+ 1 ,5	..	..	..	..	..	25 ,7	+ 1 ,0	..	..	..	..	29 ,2	— 0 ,7
Edi	..	..	..	— 3 5	..	..	17 ,5	— 0 ,5	— 5 5	..	..	54 ,8	+ 0 ,1	..	..	— 3 25	..	..	..	..	37 ,3	+ 0 ,45	..	..
″	..	..	..	..	..	..	..	..		..	..	55 ,3	+ 0 ,6	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Batavia	— 4 25	(49 ,8)		— 3 19	..	..	(17 ,4)	..	— 2 19	..	..	(55 ,6)	..	..	..	— 0 55	(25 ,2)	..	..	..	(38 ,2)	..	(29 ,6)	..
Buitenzorg	— 4 28	[51 ,1]		— 3 23			(17 ,4)		— 2 13	(57 ,2)						— 0 51	(24 ,5)				(39 ,8)			
Tandj. Pandan	..	..	..	— 2 43	(17 ,5)	..	..	..	— 2 54	(55 ,6)		..	..	..	..	— 1 23	..	..	..	..	..	..	..	..
″	..	..	..	″	17 ,3	+ 0 ,8	..	..	″	54 ,55	— 0 ,45	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
″	..	..	..	..	..	..	..	..	″	54 ,3	— 0 ,7	..	..	..	..	..	24 ,9	+ 0 ,2	..	..	..	..	30 ,6	+ 0 ,7
″	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	53 ,95	— 0 ,75	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Penoengalan	— 3 59	[48 ,1]	..	— 2 49	..	..	(18 ,6)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Soerabaja	— 3 44	(49 ,5)	..	— 2 32	..	..	(17 ,3)	..	— 1 39	..	..	(56 ,0)	..	..	..	— 0 14	(24 ,7)	...	..	..	(38 ,7)	..	(28 ,7)	..
″	...	49 ,7	— 1 ,6	″	..	..	17 ,45	— 0 ,55	..	..	..	56 ,1	+ 1 ,4	..	..	..	24 ,9	+ 0 ,2	..	..	38 ,65	+ 1 ,8	28 ,8	— 1 ,1
″	..	..	..	′	..	..	17 ,0	— 1 ,0	..	..	..	55 ,9	+ 1 ,2	..	..	..	25 ,1	+ 0 ,4	..	..	38 ,9	+ 2 ,05	29 ,2	— 0 ,7
Bandjermasin	..	..	..	— 1 41	..	...	17 ,8	— 0 ,2	— 2 15	54 ,4	— 0, 6	..	..	..	..	— 0 41	24 ,3	— 0 ,4	..	..	36 ,6	— 0 ,25	29 ,9	0 ,0
″	..	..	..	″	..	..	17 ,6	— 0 ,4		..	..	..	..	..	..	..	..		..	..	..	..	..	..
Boeton	..	..	..	— 0 43	17 ,9	+ 1 ,4	18 ,9	+ 0 ,9	— 1 7	55 ,5	+ 0 ,5	..	..	..	..	+ 0 23	25 ,2	+ 0 ,5	1 ,0	— 1 ,3	36 ,6	— 0 ,25	29 ,7	— 0 ,2
Ternate	..	..	..	+ 0 58	17 ,9	+ 1 ,4	18 ,5	+ 0 ,5	— 1 54	53 ,4	— 1 ,6	..	..	..	..	— 0 10	25 ,1	+ 0 ,4	0 ,6	— 1 ,7	34 ,9	— 1 ,95	31 ,7	+ 1 ,8
		$13^u 51^m,3$			$14^u 16^m,5$		$14^u 18^m,0$			$17^u 55^m,0$		$17^u 54^m,7$		$17^u 58^m,5$			$18^u 24^m,7$		$2^m,3$		$3^u 36^m,85$		$29^m,9$	
N. Almanac		$13^u 45^m,97$			$14^u 15^m,4$							$17^u 57^m,4$					$18^u 26^m,9$				$3^u 42^m,03$		$29^m,5$	
Alleen de waarnemingen, met sterkere kijkers volbracht		$13^u 49^m,65$			$14^u 17^m,45$		$14^u 17^m,76$			$17^u 56^m,4$		$17^u 55^m,8$					$18^u 24^m,7$		$0^m,7$		$3^u 38^m,3$		$29^m,1$	

Deze Tabel behoort bij pag. 244.

meer van eenige misvorming. Bij de intrede alles in omgekeerde volgorde."

N°. 5. DITTLOF TJASSENS. „De misvorming, fig. 4, was zeer duidelijk waar te nemen, de horizontale as der planeet onderging eene zeer merkbare verlenging, zoodat de planeet het voorkomen kreeg van een ei, dat met de punt de zon raakte. . . . . Onmiddellijk nadat de lichtstreep zich vertoonde, verdween de misvorming, en herkreeg de planeet hare nieuwe ronde gedaante."

„De misvorming bij de uittreding was belangrijk minder dan bij de intrede".

N°. 6. VOLCK, *Palembang*, Gighen.

Misvorming bij de 1e binnenaanraking, fig. 5.
" " " 2e " " 6.

N°. 7. BUYSKES, *Watergeus*, stoomende. Meldt niets omtrent de misvorming.

N°. 8. MERCIER, *Schouwen*, Telok Semawei. Teekening op zeer kleine schaal, fig. 7, waaruit eene vernauwing te zien is. Bij den uitgang hetzelfde, in omgekeerde volgorde.

N°. 9. VAN DROOGE. *Amboina*, Djolo. „Zoowel de rand der planeet als die der zon kwam mij misvormd voor. De rand van Venus was verbogen naar de zon toe, en die der zon op de plaats der aanraking afgeplat. Of dit laatste echter het gewone gezichtsbedrog is, dat men steeds waarneemt, wanneer men twee kromme lijnen van zeer verschillende kromming elkaar laat aanraken, weet ik niet, ook kan de kijker schuld hebben, maar zooveel is zeker, dat ditzelfde verschijnsel zich niet voordeed bij de tweede inwendige aanraking."

N°. 10. EHNLE, *Bandjermasin*, reede Djolo. 2 teekeningen: op de eerste (fig. 8) is eene vernauwing te zien; op de tweede, fig. 9, is de planeet gepunt, met de punt naar den zonnerand gekeerd, deze teekening geldt voor een oogenblik, kort voordat zich een lichtstreep vertoont.

„De planeet onderging kort voor de tweede aanraking eene

dergelijke misvorming tegen den zonnerand als bij het intreden, doch het was bij lange niet op zulk eene geprononceerde wijze."

N°. 11. BOGAERT, CROMMELIN en DERX, *Timor*, Wal te Edi. "Ingevolge de reeds hierboven aangehaalde missive moesten deze twee oogenblikken duidelijk van elkander te onderscheiden zijn, doch het is ons gebleken, dat het gebruik van gewone zakkijkers voor dergelijke observatiën bepaald onvoldoende moet genoemd worden."

"Daaraan is het ook toe te schrijven dat de misvorming der planeet niet werd waargenomen, dus werd ook van de steeds smaller wordende aanrakingsband niets bespeurd."

N°. 12. HUDIG, *Tijdbalgebouw*, Batavia. "Toen het oogenblik gekomen was, dat de randen elkander moesten loslaten, scheen de zonnerand een weinig inwaarts te buigen fig. 10; van een zwarten band zooals die o. a. ook voorkomt in een artikel van den Engineer van 21 Nov. was geen sprake.

Verder: "Naarmate de planeet den zonnerand naderde, scheen deze laatste weder een weinig in te buigen, terwijl de rand van Venus zuiver rond bleef, fig. 11."

N°. 13. DE BRAUW, KOOPS, STRUICK en KLEINHENS, *Hydrograaf*, Tandjong Pandan.

DE BRAUW. Misvorming, opgehelderd door eene teekening, die eene *vernauwing* aanduidt, fig 12. De misvorming bij den uitgang veel geringer dan bij den ingang.

COOPS meldt omtrent hetzelfde, echter niet dat de misvorming bij den uitgang geringer was dan bij den ingang.

STRUICK geeft eene teekening, fig. 13, waarin de planeet peervormig verlengd met het dunne gedeelte naar den zonnerand gekeerd, en de zonnerand zelf eene uitwaartsche buiging vertoont.

"In de figuur zijn de betrekkelijke afmetingen der planeet en daarmede ook die der misvorming te groot geteekend, om te doen zien, dat, naar het mij voorkwam, ook de rand der zonneschijf in de misvorming deelde en op het punt was van aanraking, eene kleine uitwaartsche buiging onderging.

Bij de uittrede . . . . zag ik de misvorming op dezelfde

wijze, zonder dat echter thans de rand der zonneschijf gewijzigd werd."

KLEINHENS. „Venus scheen tot eenige oogenblikken na de binnenaanraking aan te hangen aan den rand der zon.

„Voor de tweede binnenrands-aanraking scheen het alsof zich „daar eveneens een zwarte band vormde tusschen de planeet en „den binnenrand, doch dunner dan des morgens."

N°. 14, STOKHUYZEN. 4 waarnemers. „Bij de eerste binnenaanraking der randen meende een der kleine kijkers misvorming te zien, door den astronomischen kijker (WASS. TOT CATW.) een moment voor de lichtstreep eene kleine uitvloeijing van Venus, te weinig gedefinieerd, om door teekening of beschrijving nader te verduidelijken.

Bij de tweede binnenaanraking ziet de astronomische kijker niets bijzonders, de kleine kijker N°. 2 neemt te $1^u 28^m 9^s,1$ (dus 15^s vóór de aanraking) eene sikkelvormige uitvloeijing waar, terwijl de andere kleine kijker 2^m voor de aanraking misvorming schijnt te zien."

„Bij de geheele uittrede wordt door den astronomischen kijker een eigenaardig verschijnsel waargenomen.

Venus namelijk heeft op het oogenblik, waarop gestopt wordt, plotseling de zon losgelaten, en is op een kleinen afstand van de zon geheel zichtbaar, de observateur aan optisch bedrag denkende, trekt het oog terug en plaatst het terstond weer voor den kijker, en nog is de planeet zichtbaar in een aschgrauw licht, zoo als wel eens het onverlichte deel der maan wordt gezien: een tweede observateur het feit weder door den astronomischen kijker willende constateeren, is Venus reeds onzichtbaar."

N°. 15. VAN DOORN, *Suriname*, Bandjermasin. „Wat de misvorming aangaat, ... , valt op te merken, dat de waarwaarnemers opgeven, dit werkelijk gezien te hebben. Echter kwam het hun voor dat de vergrooting der kijkers te gering en de omstandigheden voor de waarneming te ongunstig waren, om door middel van eene teekening eenige voorstelling daarvan te geven."

N°. 16. BRUTEL DE LA RIVIÈRE, *Banka*, Makassar. Zeer kort na het zien van de 1e lichtstreep werd door mij waargenomen een verlichte streep op de planeet op ongeveer $^2/_3$ van van haar middelpunt en de rand het naast aan de rand der zon en eenigen tijd later had die streep zich verplaatst naar de rechterzijde der planeet. De streep was boogvormig en zeer flauw afgeteekend." (Geene teekening).

N°. 17. DE BRUYN, *Bali*, Ternate Geeft teekeningen, die bij den ingang den gewonen vorm vertoonen: namelijk dat in den beginne de zwarte band, die ♀ en ☉ randen vereenigt breed is, later spitser toeloopt. Bij de uittrede omgekeerd. Bij de totale uittreding is een zwart vlekje langs den zonnerand zichtbaar.

N. 18°. METZGER, geogr. ingenieur, Buitenzorg, meldt niets omtrent een' zwarten drop. Gebruikte kijkers: die van STEINHEIL, opening 42 par. lijnen, (95 mM.) brandpuntsafstand 60 p. duimen, (1,624 M.) vergrooting 55 maal. Deze waarnemer beschrijft het door hem geziene als volgt:

„$21^u 24^m 53^s,52$ werd de omtrek van Venus duidelijk buiten den zonsrand gezien (om den rand van Venus vertoonde zich als het ware om de planeet een heldere zoom. De hoekjes tusschen planeet en zon waren eenigzins donkerder). De lichte kring om Venus helderder dan de zon.

$21^u 26^m 43^s,24$ vermeende ik de 2e aanraking zeer nabij, overtuigde mij echter te $21^u 27^m 12^s,47$ dat Venus nog buiten was (zekere waarneming).

$21^u 28^m 12^s,99$ vertoonde zich een fijne zoom, tusschen Venus en de zon. De planeet scheen eene schaduw te werpen op de zon, die naar den zonsrand en naar boven en beneden helder was, bleeker werd en om $21^u 29^m 35^s,74$ verdween. Ik nam niet verder waar om mijne oogen niet verder te exponeeren.

Te $22^u 26^m$ was de lichtende kring om Venus circa $^1/_6$ straal der planeet breed en vermeende ik lichtende stipjes op de oppervlakte van Venus te zien. Ik nam nu nog twee zonshoogten voor de tijdsbepaling op den pilaar en nam ook te $22^u 55^m$

lichtende puntjes met het voor de tijdbepaling gebruikte universaal-instrument waar. Zij waren te zwak om aan het dradennet te kunnen waargenomen worden.

Den 9^{den} December te 1^u kwam de zon door, en werd te $1^u5^m31^s10$ schaduw tusschen de planeet en den zonsrand gezien.

$1^u6^m31^s,91$ de derde aanraking (zekere observatie).

$1^u7^m58^s,67$ op den rand van Venus aan de binnenzijde der planeet was eene fijne heldere zoom.

$1^u8^m43,^s55$ waren de hoeken tusschen de planeet en den zonsrand helder en bleven helder tot den uitgang. Te $1^u12^m12^s,98$ keek ik naar den helderen kring, die met Venus concentrisch was en vond hem nog altijd helderder dan de zon.

$1^u15^m12^s,53$ de hemel veel helderder dan Venus.

$1^u26^m25^s,70$ de concentrische cirkel is smaller.

$1^u31^m32^s,88$ uitgang nabij, ik begon chronometer te tellen.

$1^u32^m\ 9^s,78$ was de projectie nog eenigzins zichtbaar en las ik den chronometer nogmaals af

$1^u32^m29^s,73$ het is zeer onzeker of nog eenige projectie zichtbaar is.

De tijden zijn gewoonlijk op volle tientallen sekunden opgeteekend en hier medegedeeld, zoo als de reductie ze geleverd heeft voor middelbaren tijd van de waarnemingsplaats.

De cijfers, waarbij sekunden opgegeven zijn, zijn zoo nauwkeurig mogelijk genoteerd, de aanaanrakingen zijn dus nagenoeg te stellen:

1^e	aanraking	$21^u\ 2^m41^s,92$	(veel te laat).
2^e	"	$21^u27^m55^s,00$	(hoogstens 10^s onzeker).
3^e	"	$1^u\ 6^m31^s,91$	(zeer zeker).
4^e	"	$1^u32^m29^s,73$	(mogelijk iets te vroeg)."

De afleiding van het hier opgegevene tijdstip voor de tweede aanraking blijkt niet. Het schijnt tusschen $21^u27^m12^s,57$ en $28^m12^s,99$ op eene eenigzins willekeurige wijze ingelascht te zijn. Door ons is het echter aangenomen.

N°. 19. TEUNISSEN, assist. bij de geogr. dienst, Buitenzorg. Gebruikte kijker: van een acht-(par.)-duims universaal instrument van PISTOR en MARTINS, vergrooting 35 maal.

„De eerste uitwendige aanraking werd niet met voldoende zekerheid opgemerkt. Bij de eerste binnenste aanraking deed zich de planeet als eene zwarte schijf voor . . . . Aan beide zijden van het aanrakingspunt vertoonde zich een grauwe zoom, iets donkerder, doch veel overeenkomst hebbende met het aschgrauwe licht der maan. De breedte van dien zoom bedroeg ongeveer twee derde van de middellijn der planeetschijf, fig. 20).

Fig. 21 toont het verschijnsel een oogenblik vóór dat het zonnelicht tusschen de beide randen te voorschijn trad. Daarna was de grauwe tint geheel verdwenen.

Aan den rand der planeet en aan de naar het middelpunt der zon gerichte zijde waren eenige donkere stipjes merkbaar, die circa 45° uit elkander lagen. Zij verdwenen echter weer spoedig. De schijf zelve was niet overal gelijkmatig zwart, doch over het midden vertoonde zich een eenigzins lichte gloed, welke het aanzien had van onregelmatig gevormde vlakken, die nu en dan verdwenen. Het is echter zeer wel mogelijk dat dit verschijnsel aan den kijker moet worden toegeschreven.

Een oogenblik voor de tweede binnenste aanraking werd het volle zonlicht door een dunne wolk onderschept, zoodat de planeet door den kijker van het instrument niet scherp genoeg zichtbaar was om iets aan de randen te onderscheiden. Juist op het oogenblik van aanraking werd het evenwel helder, en vermeende ik weder een smalle, grauwe strook als voren omschreven, te zien.

De tweede buitenste aanraking kon door de min heldere lucht evenmin zeer scherp worden waargenomen.”

N°. 20. WOLDRINGH, geogr. ingenieur, Penoengalan. Gebruikte kijker, die van het 10 duims universaal-instrument van REPSOLD; objectief van STEINHEIL; opening 67 mM. vergrooting 51 maal.

„Ten opzichte van het zamenvloeijen der randen en het daardoor misvormen van het beeld der planeet durf ik met zekerheid te melden, dat, zoo zij bestaat, het alsdan zeer gering moet zijn.

Wetende dat in de vorige eeuw dit verschijnsel door sommige observators werd waargenomen, was ik geneigd om soms



Fig. 1.

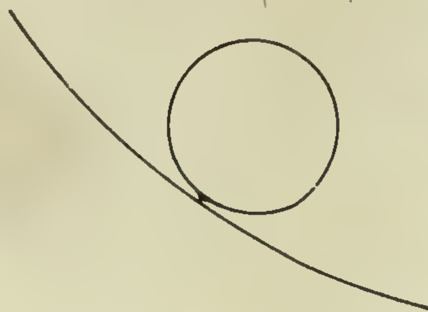


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5



Fig. 6.

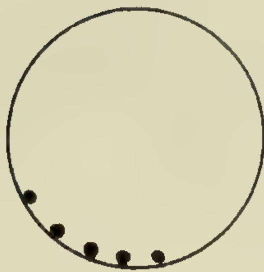


Fig. 7.

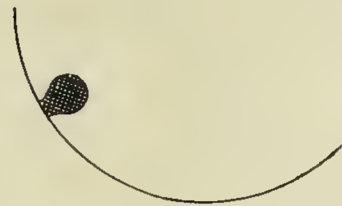


Fig. 8.

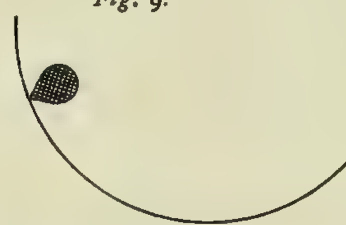


Fig. 9.

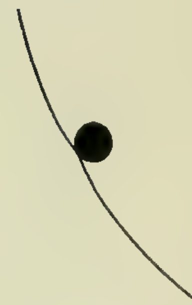


Fig. 10.

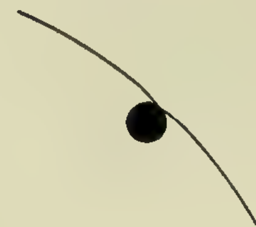


Fig. 11.

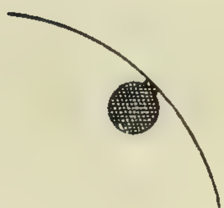


Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 18.



Fig. 19



Fig. 20.

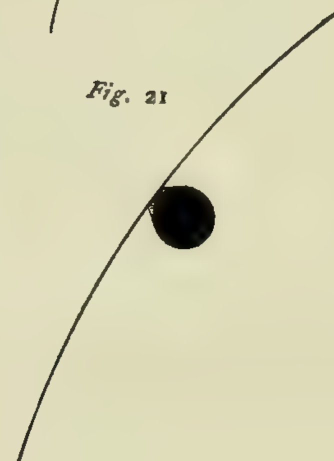


Fig. 21

het bestaan er van te zien, maar twijfelde na eene aandachtige beschouwing weder.

Is de zuiverheid van den kijker van mijn instrument oorzaak (ik observeerde met het groote instrument van REPSOLD, hetwelk een objectief van STEINHEIL heeft) dat niets zekers omtrent het bestaan kan gezegd worden, zulks kan ik niet zeggen.

Ik zoude volgens mijn observatie aan het bestaan twijfelen, ware het laatste oogenblik van inwendige aanraking de band smaller geweest, die de randen verbond; hierbij meende ik het lange zamenhangen te bespeuren."

Ten slotte nog de opmerking, dat te St. Denis op het eiland Réunion noch door den heer OUDEMANS met den vijfvoetskijker van FRAUNHOFER, (opening 96,5 mM., vergrooting 122 maal), noch door den heer SOETERS met den kijker van den heliometer van MERZ, opening 77mM. vergrooting 118 maal, iets van den zwarten drop bemerkt is. Beiden hebben, terwijl de planeet voor ongeveer één vierde uitgetreden was, een gedeelte van haren rand nog kunnen onderscheiden.

BEPALING VAN DE FOUT

IN DE

BEREKENDE TIJDEN VAN CONTACT BIJ DEN

OVERGANG VAN VENUS VOORBIJ DE ZON,

OP 8 DECEMBER 1874, UIT MERIDIAANWAARNEMINGEN VAN VENUS.

DOOR

H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.

De waarnemingen van den overgang van Venus voorbij de zon op 8 December 1874, volbracht door officieren der Nederlandsche Marine in Oost-Indië, gaven voor de oogenblikken der verschillende contacten waarden, welke vrij veel afweken van de berekeningen, gebaseerd op de zons- en Venustafels van LEVERRIER, en dus fouten in die tafels deden vermoeden. Eene behoorlijke discussie der waarnemingen van den overgang op verschillende punten der aarde, waaruit de plaats van Venus met zeer hooge juistheid zou kunnen worden afgeleid, is thans nog niet mogelijk; er bleef dus, wilde men de grootte der tafelfouten bepalen, niets anders overig dan ze uit meridiaanwaarnemingen van Venus uit vorige jaren af te leiden.

Zulk een onderzoek is reeds (zie *Monthly Not. of the R. A. S.* Vol. 34, p. 300) door CHRISTIE volbracht, hij vond dat, volgens de waarnemingen te Greenwich in 1872 en 1873, die

fout betrekkelijk groot was, en dat haar invloed op het oogenblik van het eerste contact ongeveer 6 minuten bedroeg. Tegenover deze uitkomst staan echter de waarnemingen van de sterrenwacht te Parijs, eveneens van de jaren 1872 en 1873, gepubliceerd in het *Bulletin international de l'Observatoire de Paris*, 20 *Mai* 1874, welke geen fouten in de Venustafels schijnen te verraden.

Ten einde hieromtrent meerdere zekerheid te verkrijgen is het dus noodig een groot aantal waarnemingen, volbracht aan verschillende sterrenwachten in verschillende jaren, in het onderzoek op te nemen; daar het mij echter alleen te doen was de fouten der tafels van LEVERRIER, tijdens den overgang op 8 December 1874, terwijl Venus in den klimmenden knoop was, te bepalen, heb ik mij beperkt tot de waarnemingen van die planeet in de nabijheid van den klimmenden knoop, volbracht van af 1865, sedert welk jaar de ephemeriden van Venus in de *Nautical Almanac* volgens de tafels van LEVERRIER zijn berekend.

Van vier sterrenwachten kon ik zoodanige waarnemingen vinden en wel van Greenwich in de deelen der *Greenwich Observations*, van Washington in de *Washington Observations*, van Parijs in de *Annales de l'Observatoire de Paris*, Tom. 21, 22 et 23, en in het *Bulletin international de l'Observatoire de Paris*, 20 *Mai* 1874, en van Leiden in de *Astronomische Nachrichten*. In den regel zijn er meerdere plaatsbepalingen van Venus omstreeks den tijd van doorgang door den klimmenden knoop volbracht, in die gevallen heb ik, voor elk der sterrenwachten afzonderlijk, het gemiddelde der daaruit afgeleide verbeteringen van de ephemeride aangenomen als de verbetering geldende voor het gemiddelde der waarnemingstijden.

De zoo verkregen uitkomsten met het oogenblik van doorgang door den knoop zijn in Tabel I opgenomen. De opgegeven correctiën zijn waarneming — tafelwaarde.

TABEL I.

Datum van den knoop-doorgang.	GREENWICH. Gemiddelde datum der waarnemingen.	Aantal waarnemingen.	Δ α	Δ δ	PARIJS. Gemiddelde datum der waarnemingen.	Aantal waarnemingen.	Δ α	Δ δ
1865								
2 Febr.					28 Jan.	1	0,00 s	+0,70″
15 Sept.	15 Sept.	7	−0,06 s	+0,20″	15,9 Sept.	7	−0,01	+0,82
1866								
28 Apr.	27,5 Apr.	6	−0,07	+0,38	24,3 April	3	−0,10	+0,33
17 Dec.	27 Dec.	2	+0,15	+1,03				
1867								
21 Juli	26,5 Juli	2	+0,07	−0,35	24,9 Juli	7	+0,25	+0,24
1868								
2 Mrt.	3 Mrt.	2	+0,01	+1,41				
12 Oct.	13,5 Oct.	6	−0,05	+0,55				
1870								
5 Jan.	3 Jan.	1	+0,01	+2,50				
17 Aug.	16,6 Aug.	5	−0,15	+0,22				
1871								
30 Mrt.	28,7 Mrt	6	−0,14	+0,09				
10 Nov.	11,6 Nov.	8	+0,06	+1,10				
1872								
22 Juni	22,5 Juni	2	−0,16	+1,35	17,6 Juni	3	−0,07	−0,20
1873								
1 Febr.	25 Jan.	3	−0,10	−0,26	26,3 Jan.	3	−0,06	+0,20
14 Sept.	15 1 Sept.	7	−0,10	+0,69	18 Sept.	4	+0,07	+0,92

	WASHINGTON.				LEIDEN.			
Datum van den knoop-doorgang.	Gemiddelde datum der waarnemingen.	Aantal waarnemingen.	Δ α	Δ δ	Gemiddelde datum der waarnemingen.	Aantal waarnemingen.	Δ α	Δ δ
1865								
2 Febr.	1 Febr.	8	$-0\overset{s}{,}02$	$+0\overset{\prime\prime}{,}05$				
15 Sept.	16 Sept.	5	+0,03	+0,08	15,8 Sept.	10	$-0\overset{s}{,}03$	+0,34
1866								
28 Apr.					27,0 April	8	−0,13	−0.30
17 Dec.	18 Dec.	3	+0,40	+2,27				
1867								
21 Juli	16 Juli	1	−0,09	−0,60				
1868								
2 Mrt.					12 Mrt.	1	−0,08	+0,30
12 Oct.	12 Oct.	2	−0,03	−1,92	11 Oct.	1	+0,03	+0,30
1871								
30 Mrt.					23,5 Mrt.	4	−0,24	−0,85
1872								
22 Juni	20 Juni	1	−0,09	−0,80	24 Juni	2	−0,35	+2,10
1873								
1 Febr.					26,5 Jan.	2	−0,07	−0,25
1874								
27 Apr.					21,7 Apr.	3	−0.21	+0,17

Alvorens uit deze getallen verdere gevolgtrekkingen af te leiden moeten zij eenige herleidingen ondergaan. In de eerste plaats, zoo de randen der planeet zijn waargenomen, voor eene onjuist aangenomen waarde van den Venusstraal. Te Leiden zijn bij de herleidingen gebruikt de waarden, zoo als zij in de *Nautical Almanac* voorkomen, $S = \frac{8'',305}{\varrho}$, te Greenwich is aan deze waarde eene correctie $+ 0'',392 + 0,027\ S$, te Parijs eene correctie $+ 0'',586 + 0,004\ S$ toegevoegd, terwijl te Washington gebruikt is $S = \frac{8'',546}{\varrho}$. De waarden, die te Greenwich en te Parijs gebruikt worden, berusten beide op een zeer groot aantal waarnemingen; voor den gemiddelden afstand van de planeet verschillen zij dan ook weinig, daar echter de meerderheid der waarnemingen in bovenstaande tabel te Greenwich volbracht zijn, schijnt het mij het rationeelste voor den straal van Venus de waarde aan te nemen, die uit de meriridiaanwaarnemingen te Greenwich is afgeleid. Eene tweede correctie moet aan de aangenomen declinatiën worden aangebracht voor een onjuist aangenomen parallaxis; als de meest waarschijnlijke waarde is voor π 8'',90 aangenomen en hiermede zijn al de waarnemingen herleid.

Eene laatste correctie heeft zijn grond in het verschil tusschen de aangenomen rechte klimmingen der tijdsterren. Te Greenwich en te Leiden zijn de sterren van den *Nautical Almanac* gebruikt; te Parijs zijn aan eenige van deze kleine correctiën aangebracht, waarvan de invloed op het gemiddelde echter verdwijnt; te Washington zijn in 1865 de rechte klimmingen van de *American Ephemeris* gebruikt, terwijl van 1866 tot 1872 aan deze rechte klimmingen correctiën zijn toegevoegd, die in het gemiddelde verdwijnen. Tusschen de rechte klimmingen der sterren in de *American Ephemeris* en in den *Nautical Almanac* bestaan echter verschillen, die in de jaren 1865 tot 1869 gemiddeld $- 0^s,040$, in 1870 $- 0^s,050$, in 1871 tot 1872 $- 0^s,018$ bedragen. Ten einde al de rechte klimmingen te herleiden tot de tijdsterren van den *Nautical Almanac*, zijn dus alleen aan de waarnemingen te Washington deze kleine correctiën toe te voegen.

Nadat de waarnemingen tot een zelfde systeem herleid zijn, moeten die, welke op een zelfden knoopdoorgang betrekking hebben, tot eene uitkomst vereenigd worden; het is daartoe noodig het gewicht der verschillende waarnemingen te bepalen. Ten einde hiertoe te geraken, heb ik ondersteld dat de fout van eene meridiaanwaarneming van Venus bestaat uit twee deelen, een dat voor denzelfden waarnemer, hetzelfde instrument en hetzelfde voorkomen der planeet van den eenen dag tot den anderen verandert, een tweede deel dat een gevolg is van de persoonlijke fout in de opvatting van de planeet, van de rechte klimming der gebruikte tijdsterren en van de wijze, waarop het zenith- of poolpunt bepaald wordt en dat derhalve gedurende eene niet te groote periode voor denzelfden waarnemer als standvastig mag beschouwd worden.

De waarschijnlijke waarde van het eerste deel der fout is bepaald door aan te nemen dat de fout der Venustafels gedurende eene periode van hoogstens 14 dagen kan worden voorgesteld door de formule $a + b\,t$. Voor elk der sterrenwachten Greenwich, Parijs, Washington en Leiden zijn nu uit de waarnemingen gedurende zulk eene periode de waarden van a en b bepaald en de hieruit berekende fouten met de waargenomene vergeleken. Vijf waarnemingsreeksen tusschen 1865 en 1873 te Greenwich, 5 te Parijs, 5 te Washington en 7 te Leiden, elk gemiddeld 8 waarnemingen bevattende gaven voor de waarschijnlijke waarden e van de fouten in rechte klimming en in declinatie de volgende uitkomsten:

RECHTE KLIMMINGEN.

GREENWICH.		PARIJS.		WASHINGTON.		LEIDEN.	
e	Aantal waarn.	e	Aantal waarn.	e	Aantal waarn.	e	Aantal waarn.
s 0,066	8	s 0,060	8	s 0,042	9	s 0,057	8
0,061	8	0,051	8	0,068	9	0,081	5
0,045	7	0,082	8	0,085	9	0,096	5
0,082	7	0,071	8	0,071	10	0,071	8
0,050	8	0,073	8	0,051	10	0,052	8
s 0,061	38	s 0,067	40	s 0,064		0,038	9
						0,059	8
						s 0,061	51

DECLINATIE.

GREENWICH.		PARIJS.		WASHINGTON.		LEIDEN.	
e	Aantal waarn.	*e*	Aantal waarn.	*e*	Aantal waarn.	*e*	Aantal waarn.
0",74	8	0",55	8	0",39	9	0",57	8
0,76	8	0,51	8	0,44	7	0,63	5
0,46	6	0,36	8	0,69	9	1,23	5
0,49	7	0,51	8	0,51	10	0,57	8
0,76	8	0,63	7	0 47	9	0,34	8
0",65	37	0",51	39	0",51	44	0,63	9
						0,36	8
						0",58	51

In de *Monthly Notices*, Vol. 29, p 324 komt eene opgaaf voor van de waarschijnlijke fouten der declinatie-waarnemingen te Greenwich, volgens deze zou zij voor sterren op dezelfde declinatie als die, welke Venus gemiddeld had, 0"55 bedragen; de grootere waarde welke boven gevonden is, laat zich gemakkelijk verklaren. Voor de rechte klimmingen van de verschillende sterrenwachten zijn de waarden van *e* zoo weinig verschillend, dat zonder bezwaar voor alle de gemiddelde waarden 0^s,063 mag worden aangenomen. Voor de declinatiën zijn de verschillen grooter, zonder bezwaar kunnen echter voor ons doel ook hier de waarschijnlijke fouten van de vier sterrenwachten gelijk aan het gemiddelde 0",57 worden gesteld.

Ter bepaling van de waarschijnlijke waarde van het tweede gedeelte der waarnemingsfout is uit zoo veel mogelijk gelijktijdige waarnemingen op twee der sterrenwachten de fout der Venustafels voor denzelfden datum afgeleid, en zijn de verschillen dezer waargenomen fouten opgemaakt na herleiding voor de onjuist aangenomen waarde van den straal van Venus en voor een verschil in het gebruikte aequinoctium.

De gemiddelde waarden dezer verschillen zijn de volgende:

	RECHTE KLIMMING.		DECLINATIE.	
	s		″	
Washington-Greenwich.	— 0,027	(67,63)	— 1,61	(60,63)
Washington-Parijs . . .	— 0,047	(59,60)	— 0,60	(52,57)
Washington-Leiden . .	— 0,025	(52,54)	— 0,92	(49,53)
Parijs-Greenwich. . . .	+ 0,048	(77,63)	— 0,23	(74,62)
Parijs-Leiden.	+ 0,064	(54,55)	— 0,35	(52,54)
Greenwich-Leiden. . . .	— 0,025	(74,74)	+ 0,37	(72,73)

De getallen tusschen haakjes duiden het aantal der waarnemingen van de verschillende sterrenwachten aan, welke bij de bepaling der verschillen zijn gebruikt.

Deze gemiddelde waarden uit waarnemingen van 1865 tot 1872 afgeleid, wijzen heen op standvastige verschillen tusschen de uitkomsten der sterrenwachten, onafhankelijk van de waarnemers, daar in die periode het personeel der observatoren veelvuldige malen gewijzigd is. Daar de catalogi der tijdsterren alle tot een zelfde aequinoctium (dat van de *Nautical Almanac*) zijn gereduceerd, kan hierin niet de oorzaak van de verschillen in R. Kl. gezocht worden, terwijl het ook niet waarschijnlijk is dat het groote verschil, hetgeen de declinatiën te Washington bepaald met die der drie andere sterrenwachten opleveren, in eene fout in de aangenomen poolshoogte moet gezocht worden. Voor verreweg het grootste gedeelte zal de oorzaak dier standvastige verschillen dus in de methode van herleiding der waarnemingen te zoeken zijn; maar welke deze ook zij, er is naar mijne meening geen voldoende grond om eene standvastige correctie aan de waarnemingen van eene der sterrenwachten aan te brengen en men zal het best doen de verschillen tusschen de uitkomsten op de verschillende plaatsen verkregen als toevallige fouten in rekening te brengen.

Noemen wij dan de waarschijnlijke waarde voor het tweede gedeelte der waarnemingsfout, dat voor eene niet te lange periode (10 à 12 dagen) voor denzelfden waarnemer constant

blijft, E en nemen wij deze waarde voor de waarnemingen der vier sterrenwachten gelijk aan, dan zal de waarschijnlijke waarde van eene fout der Venustafels uit het gemiddelde van n waarnemingen van eene sterrenwacht afgeleid, $\sqrt{\left(E^2 + \frac{e^2}{n}\right)}$ bedragen. De waarschijnlijke waarde van de tafelfout voor denzelfden datum aan eene andere sterrenwacht uit n_1 waarnemingen bepaald is dan $\sqrt{\left(E^2 + \frac{e^2}{n_1}\right)}$ en de waarschijnlijke waarde van het verschil der beide tafelfouten $\sqrt{\left(2E^2 + \frac{e^2}{n} + \frac{e^2}{n_1}\right)}$, waarin e n en n_1 bekend zijn.

Voor elk der 6 combinatiën van de vier sterrenwachten zijn nu voor zooveel tijdstippen als mogelijk was die verschillen opgemaakt en hieruit E bepaald. Men vindt dan voor de waarschijnlijke waarde van E de volgende uitkomsten:

	RECHTE KLIMMING.		DECLINATIE.	
Washington-Greenwich. .	$0^s,029$	(8)	$0'',91$	(8)
Washington-Parijs. . . .	0,041	(8)	0,47	(8)
Washington-Leiden. . .	0,025	(7)	0,63	(7)
Parijs-Greenwich.	0,054	(9)	0,32	(9)
Parijs-Leiden	0,042	(7)	0,45	(7)
Greenwich-Leiden	0,011	(9)	0,55	(9)
Gemiddelde . .	$0^s,036$	48	$0'',55$	48

De getallen tusschen haakjes duiden het aantal verschillen aan, waaruit de waarschijnlijke waarde van E is afgeleid. Het aantal waarnemingen bij het opmaken dezer verschillen gebruikt is in de vorige tabel op pag. 259 aangegeven.

Met de nu gevondene waarden van e en E kan de waarschijnlijke fout en het gewicht van eene bepaling der tafelfout, gebaseerd op de waarnemingen van éénе sterrenwacht worden berekend.

De waarschijnlijke fout van eene waarneming is dan: in rechte klimming ± 0^s,074, in declinatie ± 0″,81, en zoo wij het gewicht van eene waarneming gelijk één stellen, worden de gewichten van de gemiddelden van meerdere waarnemingen, aan eene sterrenwacht volbracht, voorgesteld door de volgende getallen:

Aantal waarnemingen.	Gewicht van eene rechte klimmingsbepaling.	Gewicht van eene declinatiebepaling.
1	1	1
2	1,6	1,3
3	2,0	1,5
4	2,3	1,6
5	2,5	1,6
6	2,7	1,7
7	2,8	1,7
8	2,9	1,7
9	3,0	1,8
10	3,1	1,8

Gebruik makende van deze gewichten, zijn nu de waarden voor de fouten der tafels voor denzelfden doorgang door den knoop, aan de verschillende sterrenwachten bepaald, tot een gemiddelde vereenigd en in nevensgaande tabellen zamengevoegd. Men vindt hierin de tafelfouten uit Tabel I, nadat de bovenbedoelde herleidingen voor de straal van Venus en voor het verschil in het gebruikte aequinoctium zijn aangebracht, verder hunne gewichten en eindelijk de gemiddelde waarden met het gewicht en den datum, waarvoor zij gelden. De waarneming van den knoopdoorgang in Juli 1867 uit Tabel I is niet in deze tabellen opgenomen daar het zeer groote verschil tusschen de uitkomsten in rechte klimming te

Parijs, Greenwich en Washington verkregen, op eene constante fout heenwijst, die het raadzaam maakt deze waarnemingen geen stemrecht te geven.

TABEL II.

RECHTE KLIMMING.

GREENWICH.		PARIJS.		WASHINGTON.		LEIDEN.		GEMIDDELDE.		
Δ α	Gewicht.	Δ α	Gewicht.	Δ α	Gewicht.	Δ α	Gewicht	Datum.	Δ α	Gewicht.
								1865		
		^{s}0,000	1,0	^{s}+0,006	2,9			31 Jan.	^{s}+0,004	3,9
^{s}—0,060	2,8	—0,010	2,8	—0,096	2,9	^{s}—0,070	3,1	16Sept.	—0,058	11,6
								1866		
—0,070	2,7	—0,100	2,0			—0,090	2,9	26April	—0,086	7,6
+0,150	1,6			+0,337	2,0			22 Dec.	+0,254	3,6
								1868		
+0,010	1,6					—0,040	1,0	6 Mrt.	—0,009	2,6
—0,050	2,7			+0,088	2,8	—0,010	1,0	12 Oct.	—0,060	6,5
								1870		
+0,010	1,0							3 Jan.	+0,010	1,0
—0,150	2,5							17Aug.	—0,150	2,5
								1871		
—0,140	2,7					—0,200	2,3	26 Mrt.	—0,168	5,0
+0,060	2,9							12Nov.	+0,060	2,9
								1872		
—0,160	1,6	—0,070	2,0	—0,108	1,0	—0,390	1,6	21 Juni	—0,182	6,2
								1873		
—0,100	2,0	—0,060	2,0			—0,030	1,6	26 Jan.	—0,066	5,6
—0,100	2,8	+0,070	2,3					16Sept.	—0,023	5,1
								1874		
						—0,170	2,0	22April	—0,170	2,0

DECLINATIË.

GREENWICH.		PARIJS.		WASHINGTON		LEIDEN.		GEMIDDELDE.		
Δ δ	Gewicht.	Δ δ	Gewicht.	Δ δ	Gewicht.	Δ δ	Gewicht.	Datum.	Δ δ	Gewicht.
								1865		
		+0″,67	1,0	+0″,34	1,8			31 Jan.	+0″,45	2,8
+0″,36	1,8	+0,80	1,8	+0,24	1,7	−1″,08	1,8	16 Sept.	+0,62	7,1
								1866		
+0,50	1,7	+0,31	1,5			−0,18	1,8	26 April	+0,20	5,0
+2,03	1,3			+2,75	1,5			22 Dec.	+2,42	2,8
								1868		
+1,40	1,3					+1,07	1,0	6 Mrt.	+1,26	2,3
+0,53	1,7			−1,62	1,8	+1,22	1,0	12 Oct.	−0,17	4,5
								1870		
+2,47	1,0							3 Jan.	+2,47	1,0
+0,21	1,7							17 Aug.	+0,21	1,7
								1871		
+0,08	1,7					−0,85	1,6	26 Mrt.	−0,37	3,3
+1,07	1,8							12 Nov.	+1,07	1,8
								1872		
+1,35	1,3	−0,21	1,5	−0,79	1,0	+2,10	1,3	21 Juni	+0,66	5,1
								1873		
−0,28	1,5	+0,16	1,5			−0,25	1,3	26 Jan.	−0,12	4,3
+0,68	1,8	+0,90	1,6					16 Sept.	+0,70	3,4
								1874		
						+0,17	1,5	22 April	+0,17	1,5

De gemiddelde correctiën $\Delta\alpha$ en $\Delta\delta$ zijn door middel der gewone formulen in correctiën $\Delta\lambda$ en $\Delta\beta$ van geocentrische lengte en breedte overgebracht, en uit deze grootheden moeten nu de correctiën der heliocentrische lengten en breedten van Venus worden afgeleid. Daar het niet mogelijk is zoowel de fouten

in de heliocentrische lengte van Venus en van de aarde en van de heliocentrische breedte van Venus als de fouten in de afstanden tot de zon met eenige nauwkeurigheid uit de waarden van $\triangle \lambda$ en $\triangle \beta$ af te leiden, en daarenboven de fouten in de afstanden tot de zon waarschijnlijk zeer gering zullen zijn, heb ik eenvoudig de drie eerste grootheden in de formule voor $\triangle \lambda$ en $\triangle \beta$ opgenomen, welke, daar de heliocentrische breedte altijd gering is, aldus kunnen geschreven worden:

$$\triangle \lambda = \frac{r \cos(\lambda - l)}{\varrho} \triangle l - \frac{\mathrm{R} \cos(\lambda - \mathrm{L})}{\varrho} \triangle \mathrm{L} = p \triangle l - q \triangle \mathrm{L},$$

waaruit:

$$\triangle l = \frac{1}{p} \triangle \lambda + \frac{q}{p} \triangle \mathrm{L},$$

en:

$$\triangle \beta = \frac{r}{\varrho} \triangle b \ ,$$

waaruit:

$$\triangle b = \frac{\varrho}{r} \triangle \beta \ ,$$

waarin r, l en b de afstand van Venus tot de zon en hare heliocentrische lengte en breedte, R en L de afstand van de aarde tot de zon en de heliocentrische lengte der aarde, ϱ, λ en β de afstand van Venus tot de aarde en hare geocentrische lengte en breedte voorstellen, en $\triangle \beta$, $\triangle \lambda$, $\triangle b$ en $\triangle l$ de correctiën van de tafelwaarden van β, λ, b en l.

Bij de berekening van $\triangle l$ en $\triangle b$ uit al de vergelijkingen, welke op die wijze uit de waarnemingen zijn afgeleid, kan men twee hypothesen aannemen: 1°. dat in het tijdvak van 1865 –1874 $\triangle l$, $\triangle b$ en $\triangle$ L constant zijn, m. a. w. dat de fouten in heliocentrische lengte en breedte van Venus bij den klimmenden knoop niet veranderd zijn en dat de fout in heliocentrische lengte van de aarde in datzelfde tijdvak in al de punten van haar baan standvastig is, 2°. dat die grootheden niet standvastig zijn.

Ik heb aanvankelijk de eerste hypothese aangenomen en bij de berekening van $\triangle l$ de grootheid $\triangle$ L als eene bekende be-

schouwd. Het gewicht van de gevonden waarde van $\triangle l$ is dan gelijk aan dat van $\triangle \lambda$ vermenigvuldigd met p^2, eveneens is het gewicht van $\triangle b$ dan gelijk aan het gewicht van $\triangle \beta$ vermenigvuldigd met $\left(\frac{\varrho}{r}\right)^2$.

De zoo gevonden waarden van $\triangle l$ en $\triangle b$ met hunne gewichten komen voor in de volgende tabel, terwijl daar tevens zijn bijgevoegd de gemiddelde waarden van deze grootheden uit al de bepalingen van 1865—1874.

Datum.	Δ λ.	Δ l.	Gewicht van Δ l.	Verschil van Δ l met het gemiddelde	Δ β	Δ b.	Gewicht van Δ b.	Verschil van Δ b met het gemiddelde.
1865								
31 Jan.	+0″,24	+1″,10—3,77ΔL	0,18	−6,34	+0,38	+0″,47	1,8	+0,42
16Sept.	−0,98	−3,07—2,14 „	1,18	−1,02	+ 0,35	+0,57	2,7	+0,32
1866								
26April	−1,18	−2,79—1,44 „	1,27	−0,70	−0,51	+1,16	1,0	−0,27
22 Dec.	+3,29	−1,39+1,28 „	20,00	−0,06	+2,83	+1,10	18,7	−0,21
1868								
6 Mrt.	+0,34	+1,03—2,04 „	0,28	−4,97	+1,22	+1,98	0,9	−1,09
12 Oct.	−0,77	−5,04—5,55 „	0,15	−1,53	−0,47	−0,54	3,4	+1,43
1870								
3 Jan.	+1,00	−3,12+4,12 „	0,10	+3,80	+2,27	+1,64	1,9	−0,75
17 Aug.	−2,10	−5,58—1,65 „	0,35	+1,94	−0,18	−0,36	0,4	+1,25
1871								
26 Mrt.	−2,45	−6,27—1,56 „	0,76	+2,69	+0,51	+1,04	0,8	−0,15
12 Nov.	+0,41	−0,93+3,22 „	0,57	+0,94	+1,34	+0,92	0,4	−0,03
1872								
21 Juni	−2,49	−6,01—1,43 „	1,06	+2,53	+0,78	+1,86	0,9	−0,97
1873								
26 Jan.	−0,96	−4,19—3,36 „	0,29	−0,74	+0,28	+0,35	2,7	+0,54
16Sept.	−0,57	−1,77—2,11 „	0,53	−2,22	+,065	+1,06	1,3	−0,17
1874								
22April	−2,29	−5,58—1,44 „	0,34	+2,09	+0,85	+1,94	0,5	−1,05
Gemiddelde		−1″,97+0,58ΔL	27,06			+0″,89	37,4	

Ten einde ook voor $\triangle$ L eene waarde te bekomen is van

elk der vergelijkingen $\triangle l = \frac{1}{p} \triangle \lambda + \frac{q}{p} \triangle L$ in bovenstaande tabel de gemiddelde waarde $\triangle l = -1'',97 + 0,58 \triangle L$ afgetrokken en uit de verschillen is met inachtneming der gewichten $\triangle L$ gelijk $-0'',75$ gevonden. Derhalve zijn de correctiën der heliocentrische lengte en breedte van Venus in den klimmenden knoop:

$$\triangle l = -2'',41 \qquad \triangle b = +0'',89.$$

De verschillen van deze gemiddelde waarden met die, welke uit elk der afzonderlijke waarden van $\triangle \lambda$ en $\triangle \beta$ ($\triangle L$ steeds gelijk $-0'',75$ aannemende) zijn afgeleid, kunnen strekken om de rechtmatigheid der hypothesen, dat $\triangle b$, $\triangle l$ en $\triangle L$ in de periode van 1865—1874 constant zijn te toetsen. Zij zijn daartoe in bovenstaande tabel opgenomen. Uit de verschillen van $\triangle b$ blijkt geene veranderlijkheid van deze grootheid met den tijd, uit de omstandigheid dat voor $\triangle l$ in de eerste jaren de verschillen alle negatief, in de laatste jaren overwegend positief zijn, zou men echter vermoeden dat de fout in heliocentrische lengte met den tijd veranderd is. Het geringe gewicht van de afzonderlijke bepalingen van $\triangle l$ (in de helft der gevallen gelijk of kleiner dan 0,35) maakt echter de veranderlijkheid nog zeer onzeker. Ten einde haar nog nader te onderzoeken heb ik, in de onderstelling dat $\triangle b$ en $\triangle l$ onveranderd zijn gebleven, uit de bovengenoemde verschillen de waarschijnlijke fout van eene bepaling van $\triangle \lambda$ en $\triangle \beta$ met het gewicht één bepaald.

Men vindt dan:

de waarschijnlijke fout van $Cos. \beta \triangle \lambda \pm 1'',13$,
de waarschijnlijke fout van $\triangle \beta \pm 0'',69$.

De waarden van $\triangle \beta$ en $\triangle \lambda$ zijn afgeleid uit de waargenomen waarden van $\triangle \alpha$ en $\triangle \delta$, en met groote benadering mag voor de Venus-waarnemingen worden aangenomen dat de waarschijnlijke fouten van de rechte klimming en declinatie gelijk zijn aan die van de daaruit afgeleide lengte en breedte. De waarschijnlijke fouten van eene declinatie en eene rechte klimmingsbepaling van Venus met het gewicht één is vroeger (pag. 261) langs een gansch anderen weg gevonden, en wel:

waarschijnlijke fout in $Cos.\ \delta\ \Delta\alpha \pm 1'',07$,
waarschijnlijke fout in $\Delta\ \delta \pm 0'',81$.

De goede overeenstemming tusschen de beide waarden voor dezelfde waarschijnlijke fouten geven recht om aan te nemen dat, zoo $\Delta\ l$ al veranderlijk is, die veranderlijkheid gering is en niet met eenige zekerheid uit de waarnemingen kan worden afgeleid.

Wil men de tweede hypothese, dat $\Delta\ b$ en $\Delta\ l$ veranderlijk zijn, aannemen, dan is het het beste ter bepaling van die grootheden voor den overgang op 8 Dec. 1874 zich alleen te bedienen van de laatste waarnemingen van 1873 en 1874. Men vindt dan:

$$\Delta\ l = -\ 3'',48 - 2,22\ \Delta\ L,$$
$$\Delta\ b = +\ 0'',78.$$

Δ L is dan de gemiddelde correctie der zonslengte op de tijdstippen voor welke $\Delta\ \lambda$ en $\Delta\ \beta$ bepaald zijn. Om de waarde van die correctie te bepalen heb ik het gemiddelde genomen van al de zonswaarnemingen te Greenwich in 1873 volbracht, waaruit volgt:

$$\Delta\ L = -\ 0'',40.$$

Volgens de tweede hypothese is dus:

$$\Delta\ l = -\ 2'',59,$$
$$\Delta\ b = +\ 0'',78.$$

De correctiën der geocentrische lengte en breedte van Venus op het oogenblik van den overgang op 8 December 1874, zijn:

$$\Delta\ \lambda = -\ 2,725\ \Delta\ l + 3,782\ \Delta\ L,$$
$$\Delta\ \beta = 2,725\ \Delta\ b,$$

en de correctiën voor het verschil in lengte en breedte van Venus en de Zon zijn na substitutie van $\Delta\ l$ en $\Delta\ b$.

	1e Hypothese.	2e Hypothese.
Correctie van λ — L op 8 Dec. 1874	$+ 4'',48$	$+ 5,''94$,
Correctie van β 〃 〃 〃 〃	$+ 2'',43$	$+ 2'',13$.

Uit deze grootheden volgt onmiddelijk de correctie van het verschil in rechte klimming en declinatie van Venus en de zon

en ook de verbetering aan te brengen aan de afstanden van de middelpunten der beide hemellichten bij de verschillende contacten, aannemende dat de positie-hoeken de waarden hebben die in de *Nautical Almanac* zijn aangegeven.

	1e Hypothese.	2e Hypothese.
Correctie R.kl. Venus — R.kl. zon	+ 5″,09	+ 6″,64,
Correctie Decl. 〃 — Decl. 〃	+ 1″,98	+ 1″,52.

Correctie van de afstanden der middelpunten van de zon en Venus:

	1e Hypothese.	2e Hypothese.
1e contact	+ 4″,87	+ 5″,68,
2e 〃	+ 4,69	+ 5,37,
3e 〃	+ 0,78.	— 0,01,
4e 〃	+ 0,25	— 0,67.

Tijdens het 1e en 4e contact is de verandering van de afstand der middelpunten per minuut 2″,34, bij het 2e en 3e contact 1″,98, uit de correctiën der afstanden volgen dus door deeling onmiddellijk de correctiën van de tijden van contact.

Behalve de fouten in de aangenomen rechte klimmingen en declinatiën van Venus en de zon, kunnen ook nog onjuist aangenomen waarden voor de stralen dier beide hemellichten op de tijden der contacten invloed hebben. Het schijnt het meest rationeel voor die stralen de waarden te kiezen door ENCKE (*Mémoires de l'Observatoire de Paris.* Tome VI, pag. 40) uit den overgang van 1761 afgeleid en ook door HIND (*M. N. R. A. S.*, Vol. 35, pag. 39) aangenomen; zij verschillen van de waarden in de *Nautical Almanac* voor 1874 bij de vooruitberekening aangenomen. Men heeft namelijk:

	Uit overgang in 1761.	Volgens *Naut. Alm.*
Venusstraal bij conjunctie	31″,415	32″,1
Zonnestraal 〃 〃	16′13″,38	16′16″,2

De afstanden der centra worden bij het 1e en 4e contact 3″,51, bij het 2e en 3e contact 2″,14 kleiner, waaruit de correctiën voor de contacttijden gemakkelijk kunnen worden be-

paald. Men vindt dus voor de geheele verbetering der contacttijden volgens de *Nautical Almanac:*

	1e Hypothese.			2e Hypothese.		
	I.	II.	I+II.	I.	II.	I+II.
	m	m	m	m	m	m
1e contact .	+2,08	+1,50	+3,58	+2,43	+1,50	+3,93
2e contact .	+2,37	+1,07	+3,44	+2,71	+1,07	+3,78
3e contact .	—0,39	—1,07	—1,46	+0,01	—1,07	—1,06
4e contact .	—0,11	—1,50	—1,61	+0,29	—1,50	—1,21

De getallen onder I beteekenen de verbeteringen der contacttijden in minuten voortspruitende uit de fout in α en δ, onder II de verbeteringen teweeg gebracht door de juistere waarde van de stralen van Venus en de zon aan te nemen, onder I + II komen dan de resulteerende totale verbeteringen voor.

Deze correctiën kunnen nu vergeleken worden met die, welke langs een anderen weg bepaald zijn en wel uit de waarneming der contacten zelve.

De volgende opgaven kan ik hierbij gebruiken:

Waarn. van het 4e cont. te Jassy (*Wiener Sitzungsberichte*), Bd. 71; p. 179 en 185.
〃 〃 3e cont. te Alexandrie (*M.N.R.A.S.*, Vol. 35 p. 89),
〃 〃 3e 〃 te Mokattam (*M.N.R.A.S*, Vol.35p.127),
〃 van de 4 contacten te Peking (*Compt.rendus*, Vol.80 p.32),
〃 van het 2e en 3e cont. te St Paul (*Compt.rendus*, Vol.80p.933),
〃 〃 3e en 4e cont. te Réunion (Meded. van prof. OUDEMANS),
〃 in Nederlandsch Indie (Mededeeling door de ministers van Marine en Koloniën).

De correctiën der voorspelde contacttijden afgeleid uit de waarnemingen te Alexandrië en Mokattam zijn reeds door HIND (*M. N. R. A. S.*) opgemaakt, hierbij heeft hij echter aangenomen, dat aan de opgaven in de *Nautical Almanac* reeds de

verbetering voor de stralen van Venus en de zon zijn aangebracht. De correctiën voor de overige waarnemingen zijn eenvoudig uit de opgaven in de *Nautical Almanac* afgeleid, voor Peking en St. Paul met de lengte in de *C. R.*, Vol. 80, pag. 339 medegedeeld, voor Réunion met de lengte uit de *Connaissance des temps*, voor de waarnemingen in Nederlandsch Indie met de lengten door de verschillende waarnemers medegedeeld.

De correctiën der contacttijden zijn volgens deze waarnemingen in de nevensgaande tabel opgenomen:

	Jassy.	Alexandrië.	Mokattam.	Peking.	St. Paul.	Réunion.	Buitenzorg.	Penoengalan.	Waarnemingen van zee-officieren.		Gemiddelde.
									kleine kijkers.	groote kijkers.	
1e cont				+2,70				+2,10	+5,50	+3,85	+3,54
2e 〃				+2,79	+3,35		+2,30	+3,20	+2,60	+2,20	+2,72
3e 〃		—1,06	—1,16	—1,57	—1,48	—1,20	—0,20		—2,50	—1,95	—1,39
4e 〃	—1,32			—1,80		—0,90	—2,40		—2,20	—2,10	—1,79

Het gemiddelde dezer correctiën is in voldoende overeenstemming met de waarden, die uit de meridiaanwaarnemingen zijn afgeleid.

Eene belangrijke contrôle der verkregen uitkomsten kan nog verkregen worden door de waarnemingen van kolonel TENNANT te Roorkee, welke met een altazimuth de plaatsen van zon en Venus omstreeks den tijd van den overgang heeft bepaald.

De uitkomsten dier waarnemingen medegedeeld in de *M. N. R. A. S.*, Vol. 36, pag. 12 geven, zoo de fouten in zons-parallaxe en lengte worden verwaarloosd:

Verbetering Rechte kl. Venus — R. kl. Zon $= + 4'',47 \pm 0'',312$,
〃 Decl. 〃 — Decl. 〃 $= - 2'',24 \pm 0'',443$.

De waarde voor de rechte klimming sluit binnen de waarschijnlijke fout met die, welke uit de meridiaanwaarnemingen is afgeleid, voor de declinatie is echter het verschil met de door

mij gevonden waarde, 3″,82, veel malen grooter dan met de waarschijnlijke fouten zou overeenstemmen. Ook verkrijgt men met de door TENNANT opgegeven verbeteringen van α en δ waarden voor de verbeteringen der contacttijden, die zeer veel verschillen van die, welke uit de contactwaarnemingen zelve worden afgeleid.

Deze groote verschillen worden echter alle opgeheven, zoo men onderstelt dat het teeken van de correctie in declinatie onjuist is, dan sluiten de uitkomsten van het altazimuth en de meridiaancirkels goed en men heeft eveneens zeer goede overeenstemming tusschen de verbetering der contacttijden uit de altazimuthwaarnemingen en uit de onmiddellijke waarnemingen verkregen, zooals in nevensgaande tabel te zien is. De eerste kolom bevat de uitkomsten uit de contactwaarnemingen, de tweede uit TENNANT's waarnemingen, zooals die zijn opgegeven in M. Not., de derde de uitkomsten uit TENNANT's waarnemingen, zoo men het teeken van de correctie der declinatie omkeert.

	Contactwaarnemingen.	Tennant'swaarnemingen.	
		I.	II.
1^e contact.	$+ 3^m,54$	$+ 2^m,25$	$+ 3^m,00$
2^e 〃	+ 2,72	+ 1,71	+ 3,30
3^e 〃	— 1,39	+ 0,53	— 1,66
4^e 〃	— 1,79	0,00	— 1,80

Bij de geringe helling van de loopbaan van Venus kan de betrekkelijk vrij groote fout + 0″,75 in breedte, tegenover de fout — 2″,42 in lengte bij den knoopdoorgang verwonderen. Hoogst waarschijnlijk is echter die fout niet te wijten aan een onjuist aangenomen stand van de vlakte der Venusbaan, doch aan eene fout in de aangenomen helling van de ecliptica, waarop OPPOLZER in den 53^{en} Band der *Sitzungsberichte*

der Akademie von Wissenschaften in Wien de aandacht heeft gevestigd.

Leiden, April 1876.

NASCHRIFT.

Prof. AUWERS, uit Berlijn, deelde mij dezer dagen schriftelijk mede, dat volgens eene voorloopige herleiding de correctiën der contacttijden in den *Nautical Almanac* voorkomende, volgens de waarnemingen der verschillende Duitsche expeditiën de volgende waarden hadden:

	Tsjifoe.	Kerguélen.	Auckland.	Mauritius.	Luxor.	Kairo.
1e cont.	+ 3,3	+ 3,0				
2e 〃	+ 3,3	+ 2,8	+ 2,8			
3e 〃	— 1,1	— 1,5	— 1,3	— 1,3	— 0,9	— 0,9
4e 〃	— 1,2	— 1,1	— 1,5.			

Voor de correctiën naar het gemiddelde van al de waarnemingen en uit de berekening volgens de meest waarschijnlijke 1e hypothese verkrijgt men nu:

	Berekening.	Waarneming.
1e contact	+ 3,58	+ 3,41
2e 〃	+ 3,44	+ 2,82
3e 〃	— 1,46	— 1,29
4e 〃	— 1,61	— 1,61

Leiden, Juni 1876.

LA COMMISSION

INTERNATIONALE DU MÈTRE

ET

LA CONFÉRENCE DIPLOMATIQUE DU MÈTRE.

PAR

M. J. BOSSCHA.

Dans sa séance du 24 Décembre 1872 l'Académie Royale des Sciences d'Amsterdam fut informée par le Ministre de l'Intérieur que le Gouvernement français se proposait de faire construire une copie légale du mètre à bouts des Archives et que les Gouvernements étrangers étaient invités à déléguer des savants, qui seraient appelés à prendre part à ces travaux. Le Ministre témoigna le désir de connaître l'opinion de l'Académie au sujet de l'utilité qu'il y aurait à faire représenter les Pays-Bas dans la Commission et il pria en même temps l'Académie de désigner, s'il le croyait convenable, les personnes aux quelles on pourrait confier cette mission.

Le Comité des étalons, institué par l'Académie pour étudier spécialement les questions relatives au mètre et au kilogramme, ayant été consulté par le Président au sujet de la demande du Ministre, déclara qu'au point de vue scientifique une délégation de savants étrangers auprès de la Commission française devait être regardée comme étant à la rigueur superflue, parcequ'il n'existait aucune raison pour ne pas accorder toute confiance aux mesures qui seraient exécutées par les savants français. Comme cependant la nomination d'une Commission internationale avait déjà été décrétée, il importait de prendre en consi-

dération la part que notre pays avait prise à la fondation et à l'introduction du système métrique, auquel se rattachait le souvenir des services rendus par VAN SWINDEN et AENEAE. Sur ce motif le Comité des étalons exprima l'avis que les Pays-Bas ne devaient pas s'abstenir de prendre part à la Commission internationale. L'Académie, adoptant les conclusions du Comité, désigna comme délégués des Pays-Bas MM. F. KAISER et F. J. STAMKART et comme leurs suppléants MM. L. COHEN STUART et J. BOSSCHA.

Par suite de la mort de M. KAISER, survenue en 1872, les Pays-Bas ont été representés à la Commisson internationale du mètre par MM. STAMKART et BOSSCHA.

La conférence diplomatique du mètre, qui a siégé à Paris depuis le 1 Mars jusqu'au 20 Mai 1875, a abouti à une Convention qui de fait a mis fin à l'existence de la Commission internationale du mètre, et notre Gouvernement n'ayant pas cru devoir adhérer à la Convention, la participation des délégués neérlandais au travail entrepris sur l'invitation du Gouvernement français doit être considérée comme terminée.

Les deux délégués, qui représentaient les Pays-Bas dans la Commission du mètre, avaient été désignés par leur Gouvernement pour assister, en qualité de conseillers techniques, M. le baron VAN ZUYLEN VAN NYEVELT, envoyé diplomatique à la conférence; mais M. STAMKART ayant été empêché par cause de maladie, le soussigné a seul pris part aux délibérations des délégués techniques. Il lui reste maintenant de rendre compte à l'Académie des raisons qui ont motivé la cessation du concours des délégués hollandais.

A cet effet il sera nécessaire d'entrer dans quelques considérations au sujet de la Commission internationale du mètre, son origine, sa compétence, son but et ses actes.

·

Dans le Journal officiel de l'Empire français du 2 Septembre 1869 se trouve inséré un Rapport présenté à l'Empereur par le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, M. ALFRED LEROUX. Le Ministre, après avoir rappelé que la Commission internationale géodésique, l'Académie impériale de St. Péters-

bourg, la Commission anglaise des Etalons avaient émis le voeu qu'une commission internationale fût chargée de la construction de nouveaux étalons de longueur, se rapprochant autant que possible au Mètre des Archives, arrive aux conclusions suivantes:

„1°. que la Commission qui devrait représenter la France „dans le travail collectif se composerait de

MM. MATHIEU, membre de l'Institut, président,
général MORIN, membre de l'Institut, directeur du Conservatoire des arts et métiers, vice-président,
LE VERRIER, membre de l'Institut, directeur de l'Observatoire impérial,
LAUGIER, membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes,
FIZEAU, membre de l'Institut,
H. SAINTE CLAIRE DEVILLE, membre de l'Institut,
général JARRAS, directeur du dépôt de la guerre,
TRESCA, sous-directeur du Conservatoire impérial des arts et métiers, secrétaire.

„2°. que les Gouvernements qui désireraient se procurer des „étalons métriques comparés à ceux des Archives seraient in„vités à déléguer des savants qui seraient appelés à prendre „part aux travaux de la Commission.

„3°. qu'il serait ordonné que l'étalon prototype du mètre en „platine des Archives sera communiqué à la Commission sous „la surveillance et avec le contrôle de M. le directeur géné„ral des Archives de l'Empire pour servir à la comparaison dé„finitive du mètre à traits qu'il s'agit d'établir, et qui reste„rait à la disposition du Ministre de l'agriculture et du com„merce pour servir avec les prototypes aux vérifications inter„nationales."

Les conclusions de ce Rapport ayant été approuvées par l'Empereur ont reçu la valeur légale d'un décret, qui doit être considéré comme l'acte constitutif de la Commission internationale du mètre.

Il en résulte que les invitations envoyées en vertu de ce décret aux Puissances étrangères avaient le même caractère que celles qui vers la fin du siècle dernier, furent adressés aux Etats amis de la France pour concourir à la fondation du système

métrique. On pourrait leur appliquer ce que DELAMBRE disait au sujet des étrangers qui prirent part à la première commission du mètre savoir: qu'ils venaient „pour contribuer de leur travail et de leurs lumières à tirer les conséquences qui devaient fixer de la manière la plus authentique l'unité fondamentale du système des mesures" *). De concert avec la Commission française les membres étrangers formeraient une Commission internationale, qui aurait pour tâche de fixer les nouveaux prototypes, de comparer avec eux les étalons nationaux et de terminer ce travail scientifique avec les moyens qui lui paraîtraient les plus appropriés. Ceux qui acceptaient l'invitation du Gouvernement français devaient être censés avoir approuvé les dispositions fondamentales qui réglaient la composition, le cercle d'action et la compétence de la Commission et qui limitaient l'intervention des Gouvernements à la désignation de délégués scientifiques.

Il était évident d'ailleurs, qu'une ingérence plus prononcée des Gouvernements dans le travail de la Commission eût été, en 1869, beaucoup moins motivée qu'en 1799. En effet, si à cette dernière époque il s'agissait de fonder un nouveau système de poids et mesures, de créer dans la valeur des unités, de leurs multiples et leurs subdivisions l'uniformité si importante pour le commerce et l'industrie, le but de la Commission de 1869 était simplement de construire des copies du mètre de 1799, de manière que leur égalité serait garantie avec la précision exigée dans les mesures géodésiques et les expériences du pendule à secondes. Il serait difficile d'indiquer d'autres expériences pour lesquelles le travail entrepris par la Commission pût être d'un intérêt direct. En réalité, dans l'état actuel des sciences physiques et chimiques on n'a jamais besoin de connaître la longueur d'une barre ou le poids d'une masse jusqu'au cent-millième ou au millionième de sa valeur. L'absence de toute nécessité de garantir jusqu'à cette limite la précision d'un étalon de poids a été la raison pour laquelle, lors de la création de la Commission internationale du mètre, on

---

*) Base du système métrique, Discours préliminaire, p. 91.

n'avait pas même songé au kilogramme. La construction de copies du kilogramme des Archives a été ajoutée plus tard au programme de la Commission plutôt pour compléter sa tâche que pour satisfaire à un besoin scientifique réel.

Il est évident qu'une précision qu'on peut rarement atteindre dans des recherches scientifiques, qui demande des expériences laborieuses et difficiles, l'emploi d'appareils délicats et d'instruments optiques grossissants, qui exige les soins les plus minutieux pour éviter les erreurs dues à la flexion et pour déterminer les températures, dépasse de bien loin les besoins du commerce et de l'industrie et que par conséquent le travail de la Commission ne présentait aucun intérêt social proprement dit. *)

Mais, si le but immédiat de la Commission internationale ne promettait aucun avantage matériel et ne devait conduire qu'à des résultats d'une application restreinte dans la science même, la convocation des savants de tous les pays pour concourir à la création de nouveaux prototypes ne manquerait pas cependant d'avoir pour les progrès des sciences une importance considérable. La réunion d'astronomes, de géodésistes, de mathématiciens, de mécaniciens, de physiciens, de chimistes de tous les Etats civilisés, où chacun apporterait, avec les connaissances spéciales du domaine de ses études, les qualités particulières qui dans le culte des sciences distinguent les diverses nations, leur concours pour atteindre la plus grande précision dans les mesures qui en sont le plus susceptibles, la variété des problèmes à résoudre, la multiplicité des phénomènes à étudier, les difficultés pratiques à surmonter, — cet ensemble de circonstan-

---

*) Dans une des séances de la conférence diplomatique on a cependant soutenu le contraire. Le procès-verbal rapporte à ce sujet le passage suivant, qui prouve bien quelles singulières idées peuvent exister à cet égard parmi les savants.

„M. le docteur HIRSCH dit que les perfectionnements apportés dans la définition „et dans l'équation des règles métriques intéressent directement le commerce et „l'industrie. Il le prouve en citant ce fait, que les câbles en fil de fer destinés „à la construction, en Russie, d'un pont d'une grande longueur n'ont pu être „employés, parceque les piles sur lesquelles ils devaient reposer avaient été con„struites à une légère distance du point où ils l'auraient été, si les calculs relatifs „à la construction des piles avaient été faites avec la même règle que les calculs „relatifs à la fabrication des câbles. Une faible différence entre les règles em„ployées avait pu produire cette erreur."

ces favorables ne pourrait manquer de profiter à l'avancement de la science. Et sans compter ces avantages indirects, — qu'il eût été difficile de définir d'avance, — l'oeuvre de le Commission devait certainement fournir une donnée de haute valeur pour toutes les sciences de précision, savoir la juste mesure du degré d'exactitude que, dans les déterminations fondamentales, on peut obtenir avec les moyens actuels. Considérée sous ce point de vue la Commissions internationale du mètre, en complétant l'oeuvre de la Commission de 1799 et en s'inspirant de son esprit scientifique, contribuerait pour sa part au progrès de notre époque et pourrait rendre ainsi un juste hommage aux illustres fondateurs du système métrique.

C'est ainsi que l'Académie d'Amsterdam a envisagé la Commission du mètre. Considérant que dans un travail purement scientifique il ne convenait pas de demander des garanties de neutralité politique ou de faire valoir des motifs empruntés à des rivalités nationales, elle a voulu constater qu'on pourrait confier le travail aux savants français, mais elle a déclaré en même temps que la participation de délégués hollandais était justifiée et même commandée par le caractère international de l'entreprise et par le souvenir de la première Commission du mètre.

A peine commencé le travail de la Commission fut interrompu par la guerre de 1870. La première réunion de la Commission avait été convoquée pour le 4 Août 1870. L'absence de plusieurs membres étrangers et la marche rapide des évènements mirent fin aux délibérations, sans qu'on eût pu prendre des résolutions définitives. On se borna à instituer un *Comité des recherches préparatoires*, qui étudierait les questions à soumettre à la Commission dans une réunion plus complète. Le Comité ne put s'assembler avant le 2 Avril 1872: la première réunion générale de la Commission eût lieu bientôt après, le 24 Septembre de cette même année.

Dans cette réunion la Commission internationale du mètre avait à prendre des résolutions sur des questions de deux ordres différents. Il s'agissait de fixer d'abord les principes scientifiques du travail commun et de régler ensuite sa répartition entre les membres de la Commission.

La discussion relative aux questions scientifiques conduisit

à une conformité de vues remarquable. Presque toutes les propositions rédigées par des commissions spéciales furent adoptées à l'unanimité ou à de très fortes majorités. Au sujet de l'organisation du travail au contraire une division regrettable ne tarda pas à se manifester. Pour en saisir la portée il est nécessaire de remonter à son origine et d'entrer dans quelques détails sur un projet qui fut la cause des dissentiments.

Dans une des séances du Comité des recherches préparatoires M. le docteur HIRSCH, délégué de la Suisse, avait proposé la fondation d'un établissement international permanent qui serait chargé de continuer et d'étendre les opérations de la Commission. Il semblait utile au délégué suisse „de prévoir dès à „présent une organisation plus complète et plus stable des organes „internationaux, tant au point de vue de l'accomplissement direct „de la construction et des comparaisons qu'au point de vue „plus large de l'intérêt métrologique, qui se lie si intimement „à ceux de toutes les sciences de précision."

Invité à faire connaître plus clairement la base scientifique de sa proposition, M. HIRSCH développa les considérations suivantes, que nous extrayons textuellement des Procès-Verbaux. „Au point de vue pratique on rencontre à chaque pas de gran„des difficultés dans l'introduction du système métrique, par „exemple en ce qui concerne les mesures agraires et les mesu„res de capacité. La question des mesures alcoométriques inté„resse un mouvement de commerce considérable et ce serait la „mission du Bureau de s'en saisir le plus tôt possible. Voilà „deux points entre beaucoup d'autres qui sont d'un intérêt „saisissant.

„Au point de vue scientifique on n'a pour citer les questions „les plus urgentes qu'un extrême embarras du choix. Dans „les recherches physiques et géodésiques les savants des divers „pays sont constamment arrêtés lorsqu'il s'agit d'exprimer les „derniers résultats de longs et pénibles travaux, faute de pou„voir se procurer les équations exactes de leurs unités de lon„gueur et de poids.

„Les mesures géodésiques faites en Allemagne, en Russie, en „Italie, en France etc. ne peuvent être combinées entre elles „pour la même raison.

„De nombreuses observations du pendule ont été faites en „Suisse, elles sont exprimées en unités de l'échelle de Repsold, „mais on ne peut pas en indiquer les résultats définitifs, ni les „combiner avec ceux des observations faites en d'autres pays, „puisqu'on ne connaît pas la valeur exacte de cette unité en „millimètres.

„De nombreux travaux de physique et de chimie, parmi les „plus importants, tels que ceux de M. Regnault, par exemple, „auraient une toute autre portée, si les savants de tous les „pays pouvaient en exprimer les valeurs numériques en leurs „unités usuelles.

„Au point de vue des instruments enfin, niera-t-on que les „constructeurs soient réduits à ne pouvoir indiquer les correc- „tions de leurs plus importantes créations?

„L'état actuel est suspensif et choquant, et ce sera un cri „de joie de la part de tous les savants et de tous les con- „structeurs, lorsqu'ils apprendront la fondation du Bureau que „nous proposons".

A la suite de la discussion de cette proposition le Comité des recherches préparatoires prit la résolution suivante:

„Le Comité, sans s'occuper des détails d'exécution, admet en „principe qu'il y a lieu de porter à la connaissance de la Com- „mission internationale l'utilité de la création avant la fin de „ses opérations, d'un bureau international des poids et mesures „à Paris, entretenu aux frais communs des Etats intéressés sous „la direction d'un comité permanent et la haute surveillance de „la Commission internationale dans ses réunions périodiques. „Tous les membres qui la composent sont priés de se faire, sur „cette question, une opinion avant la réunion prochaine et de „se munir au besoin des instructions de leurs Gouvernements."

Les délégués neérlandais de la Commission internationale du mètre, ayant reçu communication de cette résolution par l'envoi des procès-verbaux du Comité, eurent donc à examiner la valeur des arguments par lesquels M. hirsch avait pris à tâche de prouver l'utilité de l'institution proposée.

Nous ne sommes pas parvenus à découvrir dans les considérations de M. hirsch des raisons suffisantes pour motiver la création d'un institut international des poids et mesures, scien-

tifique et permanent. Un pareil établissement nous parut plutôt contraire aux véritables intérêts de la science.

Ce que M. HIRSCH, au point de vue pratique, avait présenté comme étant d'un intérêt saisissant nous semblait être entièrement étranger au but de la Commission. Même en laissant de côté la question de savoir *si réellement on rencontre à chaque pas de grandes difficultés dans l'introduction des unités métriques de surface et de volume*, nous estimions que ces difficultés n'avaient certainement aucun rapport avec la précision des prototypes recherchée par la Commission. S'il arrivait que dans un pays quelconque les étalons fondamentaux fussent traités avec une négligence telle, qu'il pût en résulter une incertitude, sensible dans la pratique, sur la vraie grandeur d'un hectare ou le volume d'un litre, un bureau international serait certainement impuissant à rémédier à cet état de choses, qui ne pourrait étre corrigé que par une meilleure administration du service d'étalonage du pays en question.

Quant aux mesures alcoométriques, qui servent à déterminer le rapport de la quantité d'alcool contenue dans un mélange au poids de ce mélange même, elles sont évidemment indépendantes de l'unité de poids employé et n'ont par conséquent aucune relation ni avec les prototypes, ni avec le système métrique.

Les raisons développées par M. HIRSCH au point de vue pratique nous parurent donc manquer de fondement sérieux. Les considérations scientifiques presentées en second lieu ne nous parurent guère plus concluantes.

Evidemment on exagérait l'influence que la réforme des prototypes devait avoir sur le progrès actuel des sciences chimiques et physiques. Il est absolument inexact de dire que les travaux de chimie et de physique, tels que ceux de M. REGNAULT, gagneraient en portée par une meilleure définition des unités de longueur et de poids. Dans la grande majorité des cas les recherches quantitatives en physique et chimie ont pour objet l'évaluation numérique de rapports entièrement indépendants des unités employées. S'agit-il de déterminer avec la plus grande précision possible des constantes, dans les dimensions desquelles entre l'unité de longueur ou de masse, l'exactitude qu'on peut

atteindre est limitée par des difficultés bien autrement grandes que celles qui résulteraient de la mesure d'une longueur ou d'un poids. Les recherches de M. REGNAULT, citées par M. HIRSCH, sont particulièrement propres à le prouver. Dans la longue suite de ses célèbres travaux sur les dilatations du mercure et des gaz, la compressibilité des gaz et des liquides, la tension des vapeurs, les chaleurs spécifiques, la détente des gaz et la vitesse du son, l'éminent physicien n'a jamais eu besoin de connaître le poids absolu des matières employées. Quant à la longueur absolue de ses échelles, ce n'est que dans deux catégories de ses expériences qu'elle aurait pu affecter le résultat final, savoir: dans celles sur la vitesse du son et dans la détermination des températures et des tensions de la vapeur. Dans les premières M. REGNAULT ne prétendra certainement pas être arrivé à une exactitude dépassant le décimètre, c'est-à-dire d'environ $\frac{1}{4000}$. Il serait impossible d'admettre que les échelles de M. REGNAULT fussent incorrectes à ce degré. Quant aux mesures de température, pour déterminer le point 100 de l'échelle centigrade on a besoin de connaître la pression barométrique en millimètres de mercure. Les tensions des vapeurs sont exprimées dans la même mesure. Personne assurément, quelque peu au courant de ses expériences, ne supposera que les erreurs possibles des échelles de longueur employées puissent entrer en ligne de compte vis-à-vis des erreurs inévitables résultant d'autres causes.

Mais, en admettant même qu'une uniformité plus grande des étalons métriques que celle qui existe actuellement pût être aussi nécessaire aux sciences physiques et chimiques qu'elle est désirée par les géodésistes, l'utilité d'une institution centrale, qui continuerait à fonctionner après que la Commission internationale aurait terminé sa tâche, n'était pas prouvée.

En effet c'est précisément pour obtenir la plus grande uniformité possible que la Commission fut instituée. Chaque nation entrerait en possession de prototypes construits et vérifiés dans les mêmes conditions en employant les meilleurs moyens actuels. Ces nouveaux prototypes distribués, aucune mesure géodésique ne pourrait plus rester incertaine à cause d'un doute possible sur la vraie valeur de son unité fondamentale, aucune

échelle divisée par l'artiste le plus celèbre n'aurait plus besoin d'une correction qui devrait rester inconnue faute de prototypes exacts. Reconnaître que pour obtenir l'uniformité scientifiique des poids et mesures il serait nécessaire de fonder un bureau métrologique permanent, que là seulement on pourrait trouver, pour des comparaisons ultérieures, les garanties d'une précision suffisante, c'est admettre que les prototypes des divers pays ne pourront jamais trouver l'usage auquel ils sont destinés en premier lieu, parcequ'en dehors du bureau il ne se rencontrerait ni des mains assez habiles ni des moyens suffisants pour les mettre en oeuvre.

Si les arguments de l'auteur de la proposition ne nous prouvèrent pas l'utilité d'un bureau permanent, d'autre part nous estimions que cet établissement ne serait pas sans présenter quelques dangers.

En général, la centralisation des moyens de recherches scientifiques a l'inconvénient d'entraver le développement de l'initiative particulière. Cependant l'histoire de la science a fait voir jusqu'ici que le progrès des connaissances humaines est favorisé bien plus par les efforts énergiques et persévérants des individus livrés à leur propre inspiration et obligés de se créer leurs propres ressources que par l'action d'institutions plus ou moins grandioses où les forces de chaque individu doivent se plier à une méthode uniforme, et aux traditions de l'établissement. On peut même soutenir que les services rendus par ces institutions sont dûs bien plus à l'impulsion du savant qui les dirige ou qui y travaille en toute liberté qu'à la richesse de leurs moyens matériels. C'est seulement dans des cas relativement rares que l'objet des recherches par son étendue rend inévitable la concentration de tous les moyens disponibles, comme cela arrive dans les observatoires astronomiques. Évidemment les comparaisons des mètres et des kilogrammes ne remplissent pas cette condition. Les installations qu'elles exigent ne dépassent aucunement les moyens de nos laboratoires actuels et ne sont certainement pas de nature a demander la coopération, tout-à-fait extraordinaire, des Gouvernements de tous les pays civilisés. Or, c'est précisément dans ce genre de recherches que le travail indépendant, entrepris pas plusieurs observateurs dans des lieux

différents offre une valeur exceptionnelle. En effet, une des grandes difficultés qu'on rencontre dans les mesures absolues est située dans l'évaluation du degré d'exactitude réellement atteint. Le seul critérium dont à cet effet on puisse se servir, savoir la concordance des résultats, est défectueux tant qu'on ne compare entre elles des observations faites dans des circonstances diverses par des observateurs différents, condition indispensable pour découvrir les erreurs constantes et personnelles. Trop souvent on regarde la conformités des résultats obtenus dans des conditions identiques, comme donnant la mesure de la précision qu'on a réellement atteinte. Il arrive même, que par le désir d'obtenir des déterminations qui paraissent satisfaisantes on se laisse séduire a rechercher l'identité des conditions d'observation pour assurer la plus grande conformité possible des résultats numériques. C'est là une erreur grave, qui entrave, peut être plus qu'on ne l'admet généralement, le progrès des expériences de précision, en substituant l'illusion à la vérité.

A ce point de vue la tendance qui se manifesta dans le but d'assurer dans la suite ce qu'on a appelé *l'unification et le perfectionnement du système métrique*, c'est-à-dire l'égalité des prototypes du mètre et du kilogramme, par la fondation d'un bureau central, où se feraient dans la suite toutes les comparaisons, nous parut préjudiciable aux véritables intérêts de la science, parcequ'elle expose à créer une unité factice. Personne, en effet, ne niera que des comparaisons de deux étalons faites à Paris, à Berlin et à Londres par des observateurs différents, qui ignorent les résultats obtenus ailleurs, méritent plus de confiance, que trois comparaisons également concordantes faites dans le même local, avec les mêmes instruments et par le même observateur.

L'inconvénient que nous venons de signaler paraîtra plus grave encore, si l'on considère qu'il s'agit de fonder une institution dont la raison d'être consisterait uniquement dans la supériorité des mesures qui y seraient effectuées et dont le directeur et le comité surveillant seraient les chefs responsables. Les circonstances exceptionnelles dans lesquelles l'institut métrologique serait fondé et entretenu dans la suite, la

participation des divers Gouvernements et leur représentation dans l'administration de l'établissement par les chefs du service d'étalonage de quelques pays ne pourraient manquer d'investir l'institut d'un caractère officiel et de lui prêter une espèce d'infaillibilité. Certes ce bureau international d'étalonage, à supposer qu'il voulût abuser de son autorité, serait impuissant à perpétuer indéfiniment des erreurs, parceque la science libre finira toujours par découvrir la vérité; il n'en reste pas moins vrai cependant que le caractère officiel de l'institut pourrait causer des difficultés sérieuses et des conflits regrettables.

Telles ont été les considérations qui nous donnèrent des doutes au sujet du profit que la science pourrait tirer de l'institution projetée. Or, pour pouvoir conseiller à notre Gouvernement de contribuer à un établissement scientifique permanent il nous aurait fallu une conviction bien arrêtée, que les dépenses qu'il entraînerait seraient largement compensées par les services considérables qu'il rendrait à la science. Le progrès incessant nécessitant des moyens de recherches de plus en plus dispendieux dans toutes les branches de la science rend de plus en plus fréquentes les demandes de secours matériels faites au trésor public. Appelés à donner notre avis sur l'utilité de dépenses demandées dans un but spécial, notre responsabilité, tant envers ceux qui nous honorèrent de leur confiance, qu'à l'égard de la science même, nous imposait la plus grande circonspection pour que notre jugement ne fût pas faussé par la prédilection qu'on est porté naturellement à accorder à la branche des sciences qui est l'objet de notre étude spéciale.

Cependant, nous avions à tenir compte du fait que la fondation du bureau permanent avait été proposée par des savants. Il convenait d'admettre que nous n'avions pas suffisamment saisi leur pensée et que la discussion du projet dans le sein de la Commission internationale et surtout la marche des travaux entrepris mettrait en lumière des raisons plus concluantes en faveur de l'institut proposé. Il nous parut donc désirable d'ajourner la décision à l'époque ou la tâche de la Commission serait accomplie, lorsque les nouveaux étalons auraient été construits et distribués entre les divers Etats. Les instructions données

par le Gouvernement aux délégués néerlandais furent conformes à ces considérations.

Lorsque dans les séances de la Commission générale le projet de M. HIRSCH fut mis en délibération, il apparut bientôt que l'auteur et ses partisans apportèrent plus d'insistance pour obtenir la réalisation de leurs voeux. On ne se borna plus à proposer la fondation d'un bureau permanent avant la fin des opérations de la Commission; cette fois on demanda de régler l'organisation du travail de la Commission en partant de la fondation préalable de l'institut métrologique. La vérification des prototypes, que le décret impérial du 2 September 1869 avait confiée à une commission française, assistée de savants étrangers, deviendrait dans la pensée de l'auteur de la proposition le premier objet de la mission du bureau. Dans la suite ce bureau serait chargé des comparaisons des prototypes internationaux avec les prototypes des divers pays, de la comparaison des thermomètres, de la confection et de la vérification des étalons que d'autres pays pourraient demander à l'avenir, des comparaisons des nouveaux prototypes métriques avec les autres mesures employées dans les différents pays et dans les sciences, de la comparaison des étalons et des échelles de précision qui seraient envoyés soit par des Gouvernements, soit par des sociétés savantes ou même par des artistes et des savants, enfin de toutes les recherches que la Commission ou son comité exécutif demanderaient dans l'intérêt de la métrologie.

Cette proposition qui tendait à substituer au but simple et rigoureusement défini de la Commission internationale du mètre une mission compliquée et illimitée, qui en même temps transporta une partie des devoirs des membres de cette commission au directeur du bureau, placé sous la surveillance d'un comité exécutif, rencontra une résistance sérieuse surtout de la part des membres français.

Les discussions de la Commission n'avaient pu que confirmer les délégués néerlandais dans leur opinion défavorable à l'égard du bureau. Non seulement aucun argument nouveau n'avait été produit pour démontrer son utilité, mais il apparût de plus en plus que leurs objections étaient partagées par plusieurs de leurs collègues. Dans un memorandum imprimé, M. AIRY,

l'astronome royal de l'Angleterre, avait déconseillé la fondation d'un bureau permanent en déclarant que l'organisation proposée lui paraissait une machine compliquée et sans utilité réelle. d'Après le célèbre astronome „les différents Etats étant „en possession d'étalons considérés comme d'égale valeur, ce ne „pourrait être que dans le cas de quelque accident extraordinaire „survenu à l'étalon d'un Etat qu'il y aurait lieu de recourir „à quelque autorité ayant qualité pour rémédier à cet accident, „mais on arriverait au moyen d'une simple demande faite par „cet Etat pour obtenir les comparaisons avec l'étalon interna-„tional français ou avec tout autre étalon international au même „résultat que par le mécanisme d'un bureau international. On „finirait par reconnaître soit involontairement, soit même vo-„lontairement que l'existence du bureau serait tombée dans „l'oubli" Deux autres astronomes, MM. LE VERRIER et OTTO STRUVE partagèrent cette opinion. d'Autre part la crainte qu'on n'attribuât une trop grande portée à l'oeuvre de la Commission fut confirmée par les avis de quelques membres qui crurent devoir conseiller de garder une juste mesure dans les résolutions de la Commission. C'est ainsi que M. STAS, dans une discussion au sujet du kilogramme avait dit „qu'il convient „de voir les choses avec le caractère de simplicité qu'elles com-„portent et sans exagération." Il ajoutait que dans la plupart des travaux de physique les données numériques n'ont le plus souvent à exprimer que des rapports, de sorte qu'elles resteraient les mêmes avec une unité différente, qu'en tous cas il en est ainsi dans tous les travaux chimiques. M. PÉLIGOT de son côté avait appuyé ces considérations et à cette occasion M. HILGARD, répondant à une objection de M. WILD, fit remarquer que bien peu de constantes physiques sont réellement connues ou déterminées à un dix-millième près, donnant à entendre ainsi que l'extrême précision qu'on recherchait ne trouverait que rarement son application dans la science.

Mais si la discussion du projet de M. HIRSCH ne fit connaître en faveur du bureau permanent aucun argument scientifique nouveau, par contre l'auteur fit valoir une raison d'une nature différente. Le délégué suisse déclara que dans le cas où le bureau permanent ne serait pas adopté, quelques grandes

Puissances, représentant une population de plus de cent millions d'âmes, cesseraient toute participation aux travaux de la Commission.

Cette déclaration mit fin à toute discussion, devenue impossible du moment que dans une assemblée scientifique on voulût faire entrer en ligne de compte l'importance politique des Etats et obtenir une décision par d'autres moyens que le raisonnement.

Le président, M. OTTO STRUVE, leva la séance.

Le désir d'arriver à une solution de cette question, qui ne mettrait pas en danger la coopération de tous les membres de la Commission, eut cependant pour effet que dans la séance suivante on vota en bloc et sans discussion une série de résolutions, qui réglaient l'organisation du travail commun. d'Après ces résolutions il serait partagé entre deux commissions savoir: *la section française,* comprenant tous les membres français, et *le comité permanent*, composé de douze membres appartenant tous à des pays différents. La première serait chargée de la confection des nouveaux prototypes, du tracé des mètres et de la comparaison des nouveaux prototypes avec ceux des Archives. Le Comité prêterait son concours à la section française, mais aurait pour tâche plus spéciale de surveiller et d'éffectuer les comparaisons des nouveaux prototypes entre eux.

Quant au bureau permanent on ferait connaître au Gouvernement français les voeux de la Commission concernant sa fondation, afin que les Gouvernements de tous les pays intéressés fussent invités par la France à conclure un traité pour créer cet établissement.

L'adoption, à l'unanimité des membres votants, de l'ensemble de ces propositions eût l'inconvénient de tenir cachée la véritable opinion de la majorité au sujet de bureau permanent. Dans le but de le constater les délégués néerlandais déclarèrent avant le vote qu'en adoptant les propositions ils n'entendirent pas donner leur approbation au bureau projeté. Tout en se déclarant opposés à la fondation de cet établissement ils estimèrent qu'en ayant égard à la disposition actuelle des esprits il pouvait être convenable et utile de soumettre la question aux Gouvernements des pays représentés. Les délégués de la Belgique et de la Grèce s'abstinrent de voter en donnant pour

motif qu'ils ne pouvaient approuver quelques unes des propositions.

Dans sa séance du 12 Octobre 1872 la Commission procéda à la désignation des membres du Comité permanent. Après que MM. STRUVE et TRESCA eurent déclaré qu'ils ne pourraient accepter aucun suffrage, le résultat du vote, auquel prirent part 34 votants, fut le suivant:

MM.	FOERSTER.	34 voix.
	IBANEZ	34 〃
	BOSSCHA.	33 〃
	HERR.	33 〃
	WILD.	32 〃
	WREDE.	31 〃
	HILGARD.	29 〃
	MORIN.	29 〃
	CHISHOLM.	27 〃
	BROCH.	26 〃
	STAS	26 〃
	HUSNY BEY.	18 〃
	HIRSCH.	16 〃
	GOVI	12 〃
	etc.	

Les douze premiers membres furent en conséquence déclarés composer le Comité permanent.

Un incident, qui s'était passé dans une des séances précédentes fut probablement la cause pour laquelle l'Italie n'était pas représentée dans le Comité.

Parmi les Etats, qui en 1869 avaient reçu du Gouvernement français l'invitation d'envoyer des délégués à la Commission internationale du mètre, figuraient les Etats Pontificaux. Le R. P. SECCHI, l'astronome du Collège romain, avait représenté ce Gouvernement à la première réunion de 1870. Après la guerre les Etats Pontificaux avaient cessé d'exister, ce qui cependant n'avait pas empêché le Gouvernement français d'inviter M. SECCHI à venir se joindre de nouveau à la Commission internationale en 1872. Dans la liste contenant les noms des

délégués et les pays qu'ils représentaient, le R. P. SECCHI avait été désigné comme suit:

Saint-Siége: le R. P. SECCHI, directeur de l'observatoire du Collège romain.

Cette désignation donna lieu à la déclaration suivante, lue dans la séance du 10 Octobre par M. le marquis, général RICCI, l'un des savants italiens:

„Sur la liste des délégués des différents Etats représentés „dans cette Commission, liste qui a été lue à la séance géné„rale du 24 Septembre et insérée dans le procés-verbal, le „révérend père SECCHI est désigné comme représentant du Saint„Siége. d'Après cette déclaration la Commission a accordé au „père SECCHI une voix dans les votations par Etats *).

„Notre Gouvernement, considérant que le Saint-Siége n'est „plus qu'un pouvoir spirituel, et non pas un Etat dans le droit „public européen, vient de nous ordonner, à mon collègue et à „moi, de ne prendre part à aucun acte dans lequel le père „SECCHI figurerait comme délégué du Saint-Siége.

„Nous ne pouvons considérer le père SECCHI, d'après nos „instructions, que comme un savant illustre, dont nous som„mes heureux d'avoir pu nous assurer le concours personnel et „les conseils, dans les questions scientifiques que la Commission „avait à traiter.

„Nous déclarons, par conséquent, que nous ne pouvons plus „prendre part à aucune délibération, tant que durera cet état „de choses."

M. le général MORIN après cette déclaration s'était exprimé en ces termes:

„Messieurs, j'éprouve des regrets que vous partagerez cer„tainement, en apprenant que deux de nos plus éminents col„lègues, qui nous ont donné tant de preuves de leur savoir et „de leur bienveillance, sont obligés, pour obéir à des ordres „impératifs, de se séparer de nous.

„Je ne me permettrai, à ce sujet, aucune réflexion, mais je „ne puis m'empêcher d'exprimer l'étonnement et la douleur que

---

*) Ce mode de votation, prévu pour le cas où il serait demandé par trois membres, n'a jamais été appliqué par la Commission.

„je ressens, en voyant des considérations étrangères à la science „envahir son domaine, au moment même où vous poursuivez „l'accomplissement d'une de ces oeuvres les pas civilisatrices. „Espérons que cette séparation ne sera plus définitive et que „dès nos premières réunions nos collègues viendront reprendre „leur place parmi nous."

Quoique le vote pour l'élection du Comité permanent se fît par la majorité absolue des membres présents, les délégués italiens avaient cru devoir s'abstenir. Il est à présumer que plusieurs votes ont été guidés par la pensée, que la nomination d'un délégué italien dans le Comité n'aurait aucun effet.

A l'exception de M. HILGARD, qui n'avait pu retarder son départ jusqu'à la clôture de la session de la Commission, les membres du Comité s'assemblèrent immédiatement pour se constituer et pour procéder à la nomination de son bureau.

Après la clôture de la réunion de 1872 la Section française s'est aussitôt mise à l'oeuvre pour accomplir la tâche que la Commission lui avait confiée. On étudia les méthodes d'analyse chimique et de séparation des métaux choisis par la Commission pour la confection des nouveaux prototypes, les moyens de fondre des masses considérables de platine et d'iridium, les procédés mécaniques propres à obtenir des barres homogènes présentant le profil assez compliqué adopté par la Commission, l'application dans les comparateurs de moyens optiques assez puissants pour permettre de mesurer avec certitude des longueurs d'un dix-millième de millimètre. Les recherches et les expériences entreprises par les savants français pour surmonter les nombreuses difficultés, que présentait l'accomplissement des conditions imposées par la Commission, ont produit des résultats qui, en dehors des services rendus au travail de la Commission, constituent un progrès réel.

Les travaux du Comité permanent ne devaient commencer que lorsque la Section française aurait accompli sa tâche en mettant à la disposition du Comité les prototypes construits et comparés aux étalons des Archives. Cependant il avait a prêter son concours à la Section française lorsque celle-ci lui demanderait ses conseils. Tant pour satisfaire à la demande des membres français, que pour se conformer à la résolution, qui prescri-

vait une réunion annuelle, le Comité s'assembla pour la première fois en Octobre 1873.

Mais déjà à cette époque il était devenu évident que les efforts tentés dans les dernières séances de la Commission générale pour ramener l'entente n'avaient produit aucun effet durable.

Le Gouvernement français avait rempli le voeu de la Commission en invitant les divers Gouvernements à se concerter au sujet de la fondation d'un bureau permanent. Cinq Gouvernements seulement, l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, l'Espagne, la Russie et la Suisse avaient donné en principe leur adhésion à ce projet. Ils s'étaient déclarés disposés à s'associer aux travaux d'une conférence appelée à examiner la question. Deux d'entre eux cependant, l'Allemagne et l'Autriche, n'avaient consenti à prendre part à la conférence qu'en présupposant que tous les autres Gouvernements représentés dans la Commission adhéreraient en principe à la création du bureau. Ils s'étaient réservés de plus de faire des propositions relatives au siége, à l'organisation et à la direction du bureau.

En dehors de ces cinq Puissances tous les autres Gouvernements s'étaient déclarés opposés au bureau ou n'avaient pas répondu à l'appel du Gouvernement français.

En présence de cette diversité de vues le Gouvernement français n'avait pu convoquer la conférence. Le projet du bureau paraissait donc abandonné définitivement.

Dans cet état de choses les partisans du bureau recoururent de nouveau au moyen qui en 1872 fut sur le point de produire la dissolution de la Commission du mètre. MM. FOERSTER, WILD et HERR ne prirent pas part aux réunions du Comité, déclarant qu'ils n'y étaient pas autorisés tant que la création du bureau permanent ne serait pas adopté en principe. M. WILD donna même à entendre que le Comité permanent, pour pouvoir fonctionner légalement, avait besoin d'être reconnu officiellement par les Gouvernements.

Les membres du Comité, tout en regrettant l'absence de leurs collègues, jugèrent qu'ils n'avaient qu'à poursuivre le mandat qui leur avait été confié par la Commission et qu'ils avaient tous accepté en se constituant immédiatement comme Comité permanent. Se trouvant en nombre suffisant pour dé-

libérer valablement, le Comité s'occupa des questions qui lui avaient été soumises par la Section française. Il en agit de même lorsque, en 1874, les abstentions des trois membres cités se renouvelèrent.

Il y eut lieu cependant de se préoccuper de la situation fâcheuse qui menaçait de compromettre de nouveau l'oeuvre de la Commission. Le Comité regarda comme son devoir de ne rien négliger pour rétablir le commun accord de tous les membres. L'occasion de faire une démarche dans ce but se présenta bientôt.

En effet, pour accomplir sa tâche le Comité avait besoin de moyens pécuniaires. Il est vrai que la Section française, disposant d'un crédit ouvert par le Gouvernement français, se trouverait à la fin de ses travaux en possession d'une collection d'instruments et d'appareils, qui pourraient être utilisés dans les expériences et les comparaisons du Comité, et que l'excédant probable de ce crédit pourrait encore fournir des moyens supplémentaires peut-être à la rigueur suffisants, mais pour plus d'une cause cette solution ne parut pas désirable.

D'une part il était peu convenable que le Comité, qui représentait plus spécialement l'élément étranger, appelé à assister les membres français, disposât pour ses travaux des fonds alloués par le Gouvernement français. De plus, au point de vue scientifique, les comparaisons des étalons entre eux auraient d'autant plus de valeur comme moyen de contrôle, qu'elles seraient faites dans des conditions plus différentes de celles des mesures exécutées par la Section française. Lors même qu'une installation différente de celle des comparaisons primitives avec les étalons des Archives ne pourrait avoir réellement sur l'efficacité du contrôle une influence suffisante pour motiver les frais considérables qu'elle entraînerait, la prudence conseillait de donner satisfaction à ceux qui manifestaient une certaine défiance à l'égard des mesures de contrôle qui ne seraient pas complètement indépendantes des travaux des collègues français. Un doute quelconque, — et même le prétexte d'un doute, — sur la valeur réelle du résultat final des opérations de la Commission devait être écarté dès le principe.

Pour entrer en possession des moyens nécessaires à l'accom-

plissement de sa tâche le Comité dut donc recourir aux Gouvernements mêmes qui désiraient obtenir des prototypes. La convocation d'une conférence diplomatique, dans le but de pourvoir aux frais du Comité, fournirait l'occasion de réunir de nouveau les délégués de la Commission du mètre comme conseillers techniques adjoints aux représentants politiques des Gouvernements. N'y avait-il pas lieu d'espérer que les hommes politiques, en faisant respecter la base des premières transactions internationales, et les hommes de science, en se rendant compte de la véritable portée du travail entrepris, trouveraient le moyen de faire aboutir la construction de copies du mètre et du kilogramme et la conservation des nouveaux prototypes dans des conditions de garantie raisonnables et acceptables pour tous?

La suite des évènements n'a pas réalisé cet espoir.

Le Comité permanent dans sa séance du 3 Octobre 1873 prit la résolution suivante: —

„Le Comité permanent, après avoir pris connaissance du rap„port étendu que lui a adressé la Section française sur l'état „d'avancement de ses travaux, jugeant qu'il n'est pas convenable „que la France supporte seule les frais de cette oeuvre com„mune, pense qu'il est de son devoir de provoquer la forma„tion d'une conférence diplomatique, qui prendrait les dispo„sitions nécessaires pour mettre le Comité à même d'effectuer „les nombreuses comparaisons qui lui incombent; cette confé„rence assurerait, en outre, la conservation des étalons proto„types internationaux et l'exécution des comparaisons ultérieures „des mètres et des kilogrammes dont les différents Gouvernements „pourraient faire la demande.

„En conséquence, le Comité décide que son bureau s'adres„sera au Gouvernement français dans le but d'obtenir la pro„chaine convocation à Paris de cette conférence."

Dans la réunion de 1874 le Comité reçut communication de plusieurs réponses favorables faites à l'invitation que le Gouvernement français, se conformant au voeu du Comité, avait adressée aux Etats intéressés. d'Autre part le rapport de la Section française sur les travaux accomplis depuis la dernière réunion du Comité donnait à penser que l'époque n'était pas

éloignée où le Comité pourrait commencer les comparaisons des nouveaux prototypes.

Le Comité considéra que dans l'état d'avancement des travaux de la Section française celle-ci n'avait plus besoin du concours du Comité. Son unique mission serait donc désormais d'exécuter les recherches scientifiques qui lui avaient été confiées et pour lesquelles il fallait pouvoir disposer des moyens qu'on avait demandés à la conférence diplomatique. Il pria le Gouvernement français de procéder à la convocation définitive de la conférence en ajoutant que le Comité, pour se réunir de nouveau, attendrait qu'il eût reçu notification des décisions de la conférence.

La conférence diplomatique se réunit en effet à Paris le 1er Mars 1875. Elles se composait des Ministres des Affaires étrangères et de l'agriculture et du commerce de France, assistés de MM. DUMOUSTIER DE FRÉDILLY, directeur du commerce intérieur et JAGERSCHMIDT, sous-directeur au ministère des Affaires étrangères, et des Envoyés Diplomatiques, résidant à Paris, à l'exception de ceux de l'Angleterre, de l'Espagne, du Pérou, de la Turquie et du Vénézuéla. Ces Etats furent representés respectivement par MM. CHISHOLM, le général IBANEZ, DE RIVERO, HUSNEY BEY et ACOSTA, membres de la Commission du mètre. La plupart des Envoyés Diplomatiques étaient assistés par des délégués techniques, tous membres de la Commission internationale, à l'exception de M. DUMAS, l'un des délégués techniques de la France, de M. VIGNAUD, délégué des Etats-Unis, et de M. DELYANNI, secrétaire de la légation de la Grèce. MM. CRAMPON, consul de France de première classe et RICHE, membre du comité des experts au ministère de l'agriculture et du commerce, fonctionnaient comme secrétaires.

Dans la première réunion de la conférence diplomatique il fut résolu, sur la proposition de M. le duc DECAZES, de confier à une commission spéciale de délégués techniques le soin de procéder à un travail préliminaire qui servirait de base aux résolutions. Cette commission était composée de MM. FOERSTER, HERR, STAS, MORIN, HOLTEN, IBANEZ, VIGNAUD, PÉLIGOT, DUMOUSTIER DE FRÉDILLY, JAGERSCHMIDT, CHISHOLM, DELYANNI, GOVI, BOSSCHA, DE RIVERO, WILD, WREDE, BROCH, HIRSCH, HUSNEY

BEY et ACOSTA. Le Comité permanent s'y trouvait representé par tous ses membres, à l'exception de M. HILGARD.

Cette commission, dont la présidence avait été confiée à M. DUMAS, se réunit pour la première fois le 4 Mars. Le Président posa tout d'abord la question du bureau international permanent en invitant les délégués à faire connaître à ce sujet les intentions de leurs Gouvernements. Le délégué allemand, appelé le premier à communiquer ses instructions, déclara que la fondation du bureau était la condition de la participation ultérieure de son Gouvernement à toute entreprise commune au sujet des poids et mesures. Il donna à entendre que déjà en 1872, — lors des premières réunions de la Commission internationale après la guerre de 1870, — il était muni des mêmes instructions. Les délégués de l'Espagne, de l'Italie et de la Suisse firent connaître que leurs Gouvernements adhéraient au principe d'un pareil établissement. M. WILD, absent, avait communiqué par écrit, que ses instructions étaient conformes à celles du délégué allemand. Les délégués du Danemark, de la Grèce, des Etats-Unis, du Portugal, de la Turquie, du Vénézuéla, de la Suède et de la Norvège et du Pérou se réservèrent de se prononcer au moment où le projet aurait été étudié. M. CHISHOLM, au contraire, déclara que le Gouvernement britannique ne prendrait aucune part à la création d'un bureau permanent, entendant participer seulement aux travaux qui furent l'objet spécial de la Commission du mètre convoquée en 1870. Le délégué des Pays-Bas fit observer que son Gouvernement, en se faisant représenter dans la Commission internationale, n'avait pu prévoir qu'il dût être jamais question de procéder à la création d'un établissement international, scientifique et permanent. Son Gouvernement n'avait eu que l'intention de concourir à la construction des prototypes. Ce délégué n'était donc pas autorisé par ses instructions à adhérer à la création d'un bureau, qui dans l'opinion des hommes de science de son pays n'aurait pas d'utilité. Dans leur pensée les prototypes internationaux, une fois adoptés, pourraient être confiés à la garde du Gouvernement qui avait pris l'initiative de leur construction.

Les délégués de tous les Etats représentés à l'exception de celui de la Belgique, qui était absent, ayant ainsi répondu à

l'appel du Président, celui-ci déclara que le Gouvernement français se rallierait à l'opinion adoptée par la Commission spéciale.

Les opinions des Gouvernements paraissant ainsi très opposées, on décida que les délégués se réuniraient à titre individuel, par groupe d'opinion, pour présenter en même temps leurs divers projets.

Il n'y eut que deux groupes distincts. Dans le premier, celui des partisans du bureau, se réunirent MM. FOERSTER (Allemagne), HERR (Autriche-Hongrie), IBANEZ (Espagne), VIGNAUD (Etats-Unis), GOVI (Italie), WILD (Russie) et HIRSCH (Suisse). Le second groupe comprenait MM. CHISHOLM (Angleterre), HOLTEN (Danemark), DELYANNI (Grèce), BOSSCHA (Pays-Bas), DE RIVERO (Pérou), MORIN (Portugal et Brésil), HUSNEY BEY (Turquie), baron WREDE (Suède). M. BROCH assistait aux réunions de l'un et de l'autre groupe, tandisque les délégués de la France, après la declaration faite au nom de leur Gouvernement, crurent devoir s'abstenir.

Les projets des deux groupes, désignés dans la suite par le numéro du groupe auquel ils appartenaient, furent présentés dans la seconde séance de la Commission des délégués, celui du premier groupe par le délégué italien, celui du second par le délégué néerlandais.

Il apparut alors que la question du bureau n'était pas la seule, sur laquelle des opinions étaient divisées, ni peut-être la plus grave.

Le projet n°. 2, répondant à l'objet de la conférence indiquée dans la demande du Comité permanent et dans la circulaire par laquelle le Gouvernement français avait convoqué les représentants des divers Etats, proposait soit de demander au ministère des travaux publics de France, soit de louer un bâtiment pour servir aux comparaisons du Comité, de couvrir les frais de ces travaux par des contributions des Etats intéressés, calculées d'après les chiffres approximatifs de leur population et d'autoriser le Comité à se faire assister dans ses travaux par des savants ou des artistes de son choix.

Dans le but de donner satisfaction à ceux qui croyaient devoir demander des garanties de neutralité pour le dépôt des

prototypes, le projet n°. 2 portait de plus que les étalons internationaux seraient déposés dans un local spécial et ne seraient accessibles qu' avec le consentiment d'une Commission formée de trois membres du corps diplomatique résidant à Paris. Dans ce local seraient gardés les instruments qui avaient servi aux travaux de la Commission Ce dépôt serait placé sous l'autorité d'un directeur, il pourrait servir en tous temps à des vérifications et des comparaisons. Le directeur cependant ne serait responsable que de la conservation des prototypes et des instruments.

Cette deuxième partie du projet dépassait évidemment les limites dans lesquelles plusieurs membres croyaient devoir renfermer l'action commune. Ils estimèrent cependant qu'il convenait de faire ces concessions dans le but de faciliter de leur côté, autant que possible, un accord général.

Le rapporteur était autorisé de plus à déclarer que les membres du second groupe reconnaissaient qu'il conviendrait d'adjoindre au Comité permanent soit un délégué de chacun des pays qui n'y était pas encore représenté, soit les deux délégués qui dans la séance de la séance de la Commission du mètre du 12 Octobre 1872 avaient recueilli le plus grand nombre de suffrages (p. 289).

Le projet n°. 1 proposait la fondation à Paris d'un Institut international des poids et mesures, ayant la même mission et les mêmes attributions que celles de la proposition de M. HIRSCH (p. 286). Il serait placé sous la haute direction et sous la surveillance du Comité permanent, qui serait complété par l'adjonction de MM. HIRSCH et GOVI et prendrait le nom de Commission internationale des poids et mesures. L'institut serait établi dans un bâtiment spécial. Le projet déterminait le nombre de salles, leur destination et jusqu'à la nature et le nombre des principaux instruments. Il fixait les frais d'installation de l'institut à 400000 francs et le budget des dépenses annuelles à 75000 francs pour la première periode, c'est-à-dire jusqu'à la distribution des étalons, et à 50000 francs pour la période postérieure. Le premier de ces budgets annuels pourrait cependant être porté à 100000 francs. Les deux tiers environs des dépenses annuelles seraient absorbés par les traitements du directeur

(15000 francs), du secrétaire du Comité (6000francs)' de deux adjoints (6000 francs chacun) et du personnel de service.

Mais en dehors des clauses réglant les conditions du travail futur le projet n°. 1 en contenait d'autres qui se rapportaient au travail déjà accompli. On proposait, en effet, de faire approuver par la conférence diplomatique les décisions scientifiques de la Commission internationale du mètre, sous réserve des modifications que l'expérience pourrait conseiller dans l'avenir. Cependant il n'appartiendrait plus à la Commission elle-même de juger, quels seraient ces conseils, ni quelles seraient ces modifications. En effet l'article 3 du projet portait que *l'ancienne Commission du mètre serait dissoute.* Sa place serait occupée par la nouvelle Commission des poids et mesures, qui ne serait autre que le Comité permanent complété par les deux nouveaux membres. Lorsque les nouveaux prototypes seraient terminés et comparés par cette commission les Gouvernements contractants enverraient de nouveaux délégués qui formeraient une conférence générale pour sanctionner et distribuer les prototypes Cette conférence s'assemblerait dans la suite tous les six ans en vue de favoriser *la propagation et le perfectionnement du système métrique,* la Commission des poids et mesures se réunirait tous les deux ans dans le même but, tandisque le bureau international continuerait à travailler à cette tâche dans l'intervalle de ces réunions.

Dans la troisième séance ces deux projets furent discutés sans résultat apparent. Dans le cours du débat M. CHISHOLM déclara que dans le cas où la Commission internationale de 1872 viendrait à être dissoute, les instructions qu'il avait reçues de son Gouvernement ne lui permettraient pas de continuer à prendre part à aucune délibération.

La discussion n'amenant aucun rapprochement, on résolut sur la proposition de M. le Président de faire imprimer de nouveau les deux projets. Cette fois les articles seraient classés dans un même ordre méthodique et mis en regard l'un de l'autre. L'ordre méthodique à suivre serait celui d'une convention, ayant pour but principal la création d'un bureau international dont les attributions seraient celles demandées par les auteurs du projet n°. 1.

La nouvelle ordonnance qui devait en résulter pour les

deux projets avait l'inconvénient qu'elle pourrait facilement faire illusion. La ressemblance superficielle de quelques articles dut détourner l'attention des divergences principielles. Or, l'histoire de la Commission internationale du mètre depuis 1872 n'avait que trop bien prouvé qu'il fallait se méfier d'une apparence d'entente qui, au lieu de mettre fin aux difficultés, ne ferait que les reléguer à une époque où leur effet serait plus fâcheux. Le délégué des Pays-Bas, rapporteur du 2me groupe, se crut donc obligé d'appuyer dans la quatrième séance sur les dispositions au sujet desquelles les deux projets se trouvaient en opposition. Il releva spécialement trois points fondamentaux, savoir :

1°. Le cercle d'action de l'institution qui devra survivre à la Commission internationale et au Comité permanent ;

2°. La position faite à la Commission internationale et au Comité permanent ;

3°. La question de savoir jusqu'à quel point il convient d'introduire dans une convention diplomatique ou dans un règlement administratif, qui en ferait partie, des clauses d'ordre scientifique.

Au sujet du premier point il importait de faire remarquer que dans la pensée des auteurs du projet n°. 1 l'action de l'institut embrasserait la métrologie entière. l'Institut chargé des mesures de longueur, de volume et de poids anciens et modernes de tous les pays, de la comparaison des thermomètres, de la vérification des règles géodésiques dominerait toutes les sciences de précision sur lesquelles il ne pourrait manquer d'exercer une certaine autorité. Le directeur se trouverait sous le poids d'une responsabilité scientifique jusqu'ici sans exemple. Cependant il devrait consentir à travailler sous la haute direction et la surveillance d'un Comité de quatorze membres disséminés sur différents points du globe, à Washington, à St. Pétersbourg, à Christiania, à Constantinople, à Stockholm, à Madrid, etc.

Le projet n°. 2, au contraire, laissait la responsabilité des comparaisons futures à chacun des savants ou des artistes qui voudrait profiter des instruments réunis au dépôt pour venir y faire des recherches.

Quant au second et au troisième points, l'ardeur apportée

au règlement du travail avait évidemment conduit les auteurs du projet n°. 1 à des dispositions dont ils n'avaient pas mesuré la portée. En proposant la dissolution de la Commission générale et la concentration de ces pouvoirs dans le futur Comité des quatorze, ils avaient oublié que douze membres de ce Comité siégeaient en ce moment dans la Commission des délégués techniques, dont ils formaient la majorité. Iraient-ils demander à la conférence diplomatique la destitution de MM. STRUVE, AIRY, MILLER, VON LANG, RICCI, SECCHI, KRUSPER, DE SZILY, DE JOLLY, MAUS et STAMKART, et de tous les membres français, leurs anciens collègues et mandants?

Les clauses d'ordre scientifique n'avaient-elles pas la même tendance? En ratifiant les décisions de la Commission de 1872 on s'arrogeait évidemment le droit de les désapprouver ou de les amender. Les représentants diplomatiques assurément ne s'attribueraient pas la compétence de décider si la Commission avait bien fait de vouloir construire les prototypes en platine iridié, de réunir les 250 kilogrammes de platine dans une même coulée, d'adopter pour les mètres le profil en X, de prescrire la détermination des dilatations entre telles et telles limites de température. Ils s'en rapporteraient au jugement des délégués techniques qui leur étaient adjoints. L'effet pratique de cette clause serait donc que les délégués techniques approuveraient et sanctionneraient les décisions de la Commission générale. Les délégués techniques pouvaient-ils convenablement proposer une mesure qui les plaçât au dessus de la Commission du mètre?

Ces observations furent l'objet d'une discussion qui se termina par la résolution de confier aux deux rapporteurs, assistés de M. JAGERSCHMIDT, la tâche de s'entendre sur un seul projet combiné.

Quoique la discussion n'eût eu d'autre résultat que de prouver que les vues des deux groupes ne pouvaient se concilier, il ne parut pas impossible de s'entendre en formulant un projet qui laisserait à chacun des deux partis la liberté de poursuivre le but commun selon ses propres vues. En admettant que les clauses, qui tendaient à supprimer la Commission du mètre ne seraient pas maintenues par le premier groupe, il ne resterait qu'à résoudre la question du bureau permanent. Mais déjà les mem-

bres du second groupe avaient reconnu que pour les travaux du Comité permanent il était désirable de louer ou de faire construire un bâtiment spécial, ils avaient admis que ce local serait convenablement approprié et muni des instruments nécessaires. Il était évident dès-lors que jusqu'à la fin du travail de la Commission du mètre les deux groupes pourraient marcher de concert. Le caractère permanent de l'établissement ne devrait se prononcer qu'au moment où le but primitif de la Commission aurait été atteint. Ce serait alors qu'une division entre les représentants des divers Etats deviendrait inévitable: ceux qui désireraient borner leur participation aux objets immédiats de la Commission pourraient se retirer; les partisans d'un bureau permanent trouveraient dans l'établissement qui aurait servi aux travaux de la Commission les moyens de satisfaire leurs désirs.

Pour obtenir une transaction sur la base indiquée il fallait cependant demander aux membres du second groupe une nouvelle concession. En effet, le local et les installations, qui dans leur pensée suffiraient aux travaux de la Commission, étaient loin de répondre aux projets beaucoup plus vastes des partisans d'un institut métrologique international et permanent. Pour assurer à ceux-ci l'accomplissement de leurs voeux il fallait donc se résoudre à des dépenses d'installation beaucoup plus considérables que ne le comportaient les vues des membres du second groupe. Mais il n'était plus douteux qu'il ne restait d'autre moyen pour arriver à une solution, et le rétablissement de la concorde dans une assemblée scientifique, trop chèrement achetée s'il fallût sacrifier les intérêts de la science ou les droits de collègues absents, ne le serait certainement pas en accordant quelques milliers de francs au dessus du nécessaire.

Un résumé de ces principes rédigé en quelques articles fut discuté par les deux rapporteurs et soumis aux membres du groupe n°. 1. La transaction proposée, qui laissait intacts les droits de la Commission internationale ne fut pas acceptée.

Les moyens de ramener l'entente étaient évidemment épuisés. Le programme dressé par l'un des rapporteurs fut transformé par les soins de M. JAGERSCHMIDT en un projet de convention ayant les formes usuelles d'un acte diplomatique, et présenté par lui comme un nouveau projet n°. 2 dans la cin-

quième séance, après avoir reçu l'approbation des membres du second groupe. Les membres du groupe n°. 1 de leur côté avaient remanié leur projet dont une nouvelle rédaction fut lue par M. HIRSCH. Dans la nouvelle forme du projet n°. 1 la fondation du bureau permanent fut présentée comme l'objet principal de la convention. Les articles concernant la composition et les attributions du nouveau Comité et de la Conférence qui tenaient la première place dans le projet primitif étaient relégués dans un règlement annexé à la convention. La présidence de la Conférence qui s'assemblerait tous les six ans, et qui dans la première réunion sanctionnerait le travail du nouveau comité, fut dévolue au président en exercice de l'Académie des sciences à Paris. La suppression de la Commission internationale, quoique adoucie dans la forme, subsistait. La ratification par la Conférence diplomatique des dicussions scientifiques de la Commission internationale, sous réserve des modifications que l'expérience pourrait conseiller, fut également maintenue.

Une discussion de ces deux projets ne pouvait plus avoir aucune utilité. Lorsque dans la sixième séance personne ne répondit à l'appel du Président qui invita les membres à présenter les observations suggérées par l'étude des deux projets, M. DUMAS fit connaître la pensée du Gouvernement français.

Le système métrique étant un système essentiellement scientifique, le Gouvernement français admettait que l'établissement dont on proposait la fondation, eût un caractère scientifique d'ordre supérieur, qu'il serait permanent, international et neutre, pour rendre possibles tous les travaux que la propagation du système métrique et les progrès des sciences pourraient réclamer. Le bureau, d'après les vues du Gouvernement français devait être naturellement placé sous la surveillance et la direction d'un Conseil, Comité ou Commission, composé de savants délégués à cet effet par les Etats fondateurs. De plus il lui semblait utile que de loin en loin ces Etats fondateurs déléguassent à un Conseil supérieur, composé d'hommes éminents dans la science, le soin de procéder à l'examen des questions que le bureau ferait surgirt. Partant de ces considérations le Gouvernement français se ralliait au projet n°. 1.

Il est à remarquer que dans cette déclaration aucune allusion

ne fut faite à la suppression de la Commission du mètre. De plus le délégué français en concluant que le Gouvernement français admettait la fondation d'un bureau permanent ne fit pas connaître les raisons qui l'avaient conduit à ne pas adhérer au nouveau projet n°. 2. Ce dernier en effet ne donnait pas seulement toute liberté de procéder à la fondation du bureau et à assurer sa permanence, mais il offrait de plus l'avantage de ne pas éloigner les Etats qui ne croyaient pas devoir participer à une action illimitée et de leur permettre de continuer leur coopération au travail de la Commission dans les conditions offertes en 1869 par le Gouvernement français lui-même.

Le délégué des Pays-Bas fit observer que le but poursuivi par le Gouvernement français pouvait être atteint en adoptant le projet n°. 2; que ce projet contenait en réalité le règlement des points essentiels sur lesquels tous les Etats paraissaient d'accord, de sorte qu'il pouvait être signé par tous les Etats représentés à la conférence, tandis que le projet n°. 1 plaçait en dehors du concours international les Etats qui ne croyaient pas devoir coopérér à un institut métrologique permanent. Ce fut le délégué allemand qui répondit à cette observation en déclarant „que le projet n°. 2 ne pouvait être signé par ceux des „délégués dont les instructions excluent tout ajournement ul„térieur dans la constitution de l'organisation internationale „permanente des poids et mesures."

Comme le projet n°. 2 ne comportait aucun ajournement de la fondation du bureau et que même dans le but d'assurer aux partisans de ce bureau la réalisation immédiate de leurs voeux les membres du groupe n°. 2 avaient concédé une installation du bureau à leurs yeux beaucoup trop dispendieuse, la réponse du délégué allemand équivalait évidemment à un „non possumus."

La déclaration de la France fit pencher la balance du côté du projet n°. 1. Déjà la Belgique, jusqu'ici très opposée au bureau, avait fait connaître par l'organe de son délégué qu'elle y adhérait, sans donner aucune raison de ce revirement. De son côté M. le baron WREDE se vit obligé de déclarer que quoique son opinion personnelle le portât à appuyer le projet du second groupe, il avait lieu de penser que

l'adhésion du Gouvernement français au projet n°. 1 determinerait celle de la Suède et de la Norvège.

Dans la deuxième séance de la Conférence diplomatique le projet n°. 1 fut adopté par quatorze des Etats représentés savoir:

l'Allemagne,
l'Autriche-Hongrie,
la Belgique,
le Brésil,
la Confédération Argentine,
l'Espagne,
les Etats-Unis,
la France,
l'Italie,
le Pérou,
la Russie,
la Suède et la Norvège,
la Suisse,
le Vénézuéla.

Cinq, savoir:

le Danemark,
la Grande Bretagne,
la Grèce,
le Portugal,
la Turquie,

se réservèrent de faire connaître ultérieurement leur décision.

Un seul, les Pays-Bas, déclara adhérer au projet n°. 2. M. le baron VAN ZUYLEN DE NYEVELT, en faisant cette déclaration, fit ressortir de nouveau que ce projet était la seule base possible à l'entente générale de tous les Etats représentés à la Conférence.

Cette fois, cette protestation resta sans aucune réponse.

Les Pays-Bas cependant ne furent pas longtemps à rester seuls dans leur position négative vis-à-vis de la convention. Dans la troisième séance de la Conférence M. CHISHOLM communiqua, que d'après les instructions qu'il venait de recevoir, le Gouvernement anglais adopterait le projet n°. 2. La Grèce

ne signa pas la convention formulée d'après le projet nº. 1, le Brésil se retira avant la ratification de la Convention, qui a été réalisée jusqu'ici de la part des 12 Etats suivants:

l'Allemagne,
l'Autriche-Hongrie,
la République Argentine,
le Danemarc,
l'Espagne,
la France,
l'Italie,
le Pérou,
la Russie,
la Suède et la Norvège,
la Suisse,
la Turquie.

Le dernier article des dispositions transitoires de la Convention autorisait le nouveau Comité des poids et mesures à se constituer immédiatement. Les membres du Comité se réunirent le 19 Avril à l'exception de MM. CHISHOLM et BOSSCHA. Ceux-ci se trouvèrent désignés, par les Puissances signataires d'une Convention à laquelle leur Gouvernement n'avait pu participer, comme membres d'un Comité pour diriger et surveiller un établissement institué par les Hautes Parties contractantes mais auquel leurs pays ne contribueraient pas. Ils ne crurent pas devoir siéger dans le nouveau Comité, à moins de nouvelles instructions de leurs Gouvernements respectifs.

Dans la première séance du Comité M. le général IBANEZ fût élu président et M. HIRSCH secrétaire du Comité.

Dans la deuxième, M. GOVI fut désigné comme le directeur du bureau.

Quelques mois plus tard MM. CHISHOLM et BOSSCHA ayant été invités par une lettre circulaire du secrétaire du Comité, à faire connaître, comme membres du Comité, leur avis sur l'interprétation d'un article de la convention du mètre, ils répondirent, qu'en vertu des instructions qu'ils avaient reçues de leurs Gouvernements, ils étaient empêchés d'accepter le mandat de membre du Comité.

L'ancienne Commission internationale ayant été dissoute et remplacée par le Comité, la participation des Pays-Bas à la construction des nouveaux prototypes se trouve ainsi terminée.

Dans l'exposé que nous venons de donner des circonstances qui ont conduit à ce résultat, nous nous sommes bornés à faire connaître, en général, les causes apparentes qui ont éloigné de plus en plus la Commission internationale de son but primitif. Même en laissant de côté plusieurs détails instructifs, il nous paraît cependant évident que notre retraite ne peut-être qu'approuvée par l'Académie des Pays-Bas. En effet quand on compare l'esprit dans lequel en 1875 on a compris la participation de délégués étrangers au travail entrepris par la France à celui qui animait les savants étrangers en 1799, et si l'on considère que les avantages que la science pourrait tirer du concours d'un grand nombre de savants de tous les pays ont été considérablement amoindris par la dissolution de la Commission et l'exclusion de plusieurs de ses membres les plus éminents, on reconnaîtra que les motifs donnés par l'Académie pour conseiller la participation des Pays-Bas à la Commission du mètre ne s'appliqueraient plus ni au but modifié de la coopération internationale ni à la nouvelle organisation du travail scientifique.

NOTICE

SUR LES GENRES ET SUR LÉS ESPÈCES

DES CHÉTODONTOÏDES DE LA SOUSFAMILLE DES TAURICHTHYIFORMES.

PAR

P. BLEEKER.

La sousfamille des Taurichthyiformes se compose de tous les Chétodontoïdes à écailles cténoïdes imbriquées et à surface lisse, à dents aux mâchoires plurisériales très-minces et indivisées, à orifices branchiaux séparés par un isthme, à branches de la mâchoire inférieure intimement liées ensemble et horizontalement immobiles, à peau gulaire bien distincte ou séparée de la peau préventrale et à dorsale indivisée. Elle ne comprend que les genres Chaetodon, Taurichthys (ou Heniochus) et Chelmon des auteurs modernes.

Le genre Chaetodon, tel qu'il figure dans les ouvrages de LINNÉ, de BLOCH et de LACEPÈDE, comprend trois familles, les Chétodontoïdes, les Acanthuroïdes et les Pomacentroïdes, et puis encore quelques membres d'autres familles fort différentes. Le genre fût beaucoup simplifié par CUVIER, déjà en l'an 1817, mais resta à l'état de genre composé même dans la grande Histoire naturelle des poissons. M. GÜNTHER ne comprend le genre pas autrement que CUVIER et VALENCIENNES.

La pluralité générique du type ne pouvait cependant pas manquer d'être senti.

SWAINSON, en 1839, en sépara le Chaetodon strigatus Langsd. sous le nom générique de Microcanthus, genre parfaitement

naturel et représentant même un groupe distinct. KAUP, en 1860, reconnût le même genre et lui appliqua le nom de Therapaina, qui est donc identique avec celui de Microcanthus.

SWAINSON crût voir un autre genre dans le Chaetodon ephippium CV. à cause du rayon prolongé de la dorsale, et le nomma Rabdophorus. KAUP eût la même idée en fondant son genre Linophora sur le Chaetodon auriga Forsk. Les deux auteurs avaient droit de voir dans ces espèces des types distincts, de valeur sousgénérique, mais ils auraient dû les établir sur d'autres caractères, celui d'un rayon prolongé de la dorsale n'étant qu'un caractère d'âge.

En 1848 M. GUICHENOT sépara une autre espèce, le Chaetodon trifascialis QG., sous le nom de Megaprotodon, genre qui est parfaitement valide. KAUP, en 1860, reconnût le même type et, l'établissant sur le Chaetodon triangularis Rüpp., le nomma Eteira. Ces deux genres sont donc identiques comme le sont aussi leurs espèces types, qui ne se distinguent pas du Chaetodon strigangulus Sol.

Deux autres genres fûrent proposés par KAUP sous les noms de Coradion et de Citharoedus. Le Coradion, limité à l'espèce type, le Chaetodon chrysozonus K.V.H., et au Chaetodon melanopus CV. me paraît maintenant devoir être maintenu, et les deux premières espèces Kaupiennes de Citharoedus, les Chaetodon Meyeri et ornatissimus, constituent en effet un type de valeur sousgénérique auquel le nom de Citharoedus pourrait être continué.

Moi-même j'ai proposé le genre Parachaetodon pour l'espèce, que CUVIER et VALENCIENNES crûrent un Platax et qu'ils publièrent sous le nom de Platax ocellatus.

Je sépare encore le Chaetodon truncatus Kner, rapporté par M. GÜNTHER au genre Chelmon, mais qui est d'un type distinct que je nomme Chelmonops.

Le Chaetodon polylepis enfin, espèce dont la place naturelle est entre les Coradion et les Taurichthys, mérite, lui-aussi, d'être érigé en genre distinct. Pour moi c'est le genre Hemitaurichthys.

Je réunis les nombreuses espèces restantes sous la dénomination générique de Tetragonoptrus, le nom de Chaetodon revenant de droit aux Pomacanthus des auteurs modernes, et celui

de Sarothrodus proposé par M. GILL pour remplacer celui de Chaetodon, étant devancé de plus d'un siècle par le nom créé par KLEIN, qui admit comme prémière espèce de son Tetragonoptrus le Chaetodon striatus L.

Ces espèces cependant présentent encore de telles différences dans la forme du corps et des nageoires, dans la forme, la distribution et la formule des écailles et dans la composition de la nageoire dorsale, qu'on y verra une fois sans doute plusieurs genres. J'indiquerai ces types ci-dessous, en ne les considérant provisoirement que comme des sousgenres.

Les genres Heniochus et Taurichthys n'en font qu'un seul. Aussi les trouve-t-on déjà réunis dans le Catalogue de M. GÜNTHER.

Le Chelmon au contraire, est encore un genre composé. C'est à juste tître que M. GILL en a séparé le Chelmo aculeatus Poey (Chelmo pelta Günth.) comme type d'un genre distinct, qu'il a intitulé Prognathodus et auquel appartient aussi le Chelmon longirostris CV.

La sousfamille se compose donc des genres Chelmon, Prognathodus, Taurichthys, Hemitaurichthys, Chelmonops, Coradion, Parachaetodon, Tetragonoptrus (avec les sousgenres Citharoedus, Rabdophorus, Tetragonoptrus, Chaetodontops, Hemichaetodon, Lepidochaetodon, Linophora, Oxychaetodon et Gonochaetodon) et Megaprotodon.

Les genres sont nettement distincts par les caractères qu'on trouve dans la composition des mâchoires, dans la ligne latérale, dans la composition de la nageoire dorsale, et dans la formule, la forme et le mode de distribution des écailles. L'exposé suivant résume les principaux caractères des genres et des sousgenres.

Phalanx 1. CHELMONINI.

Maxillae elongatae in tubum angustum majore parte clausum productae. Dentes maxillis valde breves; vomerini nulli. Linea lateralis basin caudalis attingens. Squamae regulariter rotundatae mediis lateribus subhorizontaliter seriatae. Analis spinis 3.

CHÈLMON Cuv. = Chelmo Günth.

Corpus subrhomboideum. Squamae supra lineam lateralem in series 55 circ. transversas dispositae. Pinna dorsalis spinosa dorsali radiosa multo brevior spinis 9 postrorsum longitudine accrescentibus. — Spec. typ. *Chelmon rostratus* Cuv.

PROGNATHODUS (Prognathodes) Gill.

Corpus ovali-subrhomboideum. Squamae supra lineam lateralem in series 40 ad 75 transversas dispositae. Pinna dorsalis spinosa dorsali radiosa multo longior spinis 12 vel 13 praemedianis ceteris longioribus. — Spec. typ. *Prognathodus aculeatus* Poey = Chelmo pelta Günth.

Phalanx 2. TAURICHTHYINI.

Maxillae breves non in tubum productae. Analis spinis 3 vel 4.

a Dorsalis spinosa dorsali radiosa brevior. Corpus rhomboideum. Squamae regulariter rotundatae mediis lateribus subhorizontaliter seriatae supra lineam lateralem in series 50 ad 60 transversas dispositae. Analis spinis 3.

PARACHAETODON Blkr.

Dorsalis spinosa dorsali radiosa plus quadruplo brevior spinis 6 subcontiguis postrorsum longitudine accrescentibus. Dentes, maxillis bene evoluti, vomerini. Rostrum breve. Linea lateralis sub dorsali radiosa desinens. — Spec. typ. *Parachaetodon ocellatus* Blkr = Platax ocellatus CV.

CHELMONOPS Blkr.

Dorsalis, spinosa dorsali radiosa minus duplo brevior spinis 11 postrorsum longitudine valde accrescentibus, radiosa acuta margine posteriore subverticali. Orbitae antice spinulosae. Rostrum valde acutum. Dentes maxillis bene evoluti. Linea lateralis pinnam caudalem attingens. — Spec. typ. *Chelmonops truncatus* Blkr = Chaetodon truncatus Kner = Chelmo truncatus Günth.

Coradion Kaup.

Dorsalis spinosa dorsali radiosa minus duplo brevior, spinis 8 ad 10. Maxillae brevissimae, ore minimo, dentibus rudimentariis. Vomer edentulum. Linea lateralis basin pinnae caudalis attingens. — Spec. typ. *Coradion chrysozonus* Kaup.

b. Dorsalis spinosa dorsali radiosa vix ad plus duplo longior spinis 10 ad 16.

aa. Linea lateralis basin pinnae caudalis attingens. Corpus rhomboideum. Os valde parvum. Squamae regulariter rotundatae mediis lateribus subhorizontaliter seriatae. Analis spinis 3.

Taurichthys CV = Heniochus CV = Diphreutes Cant. = Henjochus Kaup.

Dorsalis spinis 11 vel 12, 4ª producta posterioribus multo longiore. Squamae supra lineam lateralem in series 50 ad 65 dispositae. — Spec. typ. *Taurichthys varius* CV.

Hemitaurichthys Blkr.

Dorsalis spinis 12 (vel 10?), 4ª non producta sequentibus breviore. Squamae supra lineam lateralem in series 70 (ad 90?) dispositae. — Spec. typ. *Chaetodon polylepis* Blkr.

bb. Linea lateralis sub dorsali radiosa desinens.

Tetragonoptrus Klein = Chaetodon Cuv. (nec Art.) = Rabdophorus Swns. = Citharoedus Kp = Sarothrodus Gill = Tholichthys Günth.

Corpus ovale vel subrhomboideum. Dentes maxillis bene evoluti. Squamae trunco supra lineam lateralem in series 30 ad 55 transversas dispositae. Dorsalis spinosa dorsali radiosa vix ad duplo fere longior spinis 11 ad 16. — Spec. typ. *Chaetodon striatus* L.

Subgenera sequentia distinguenda, ex parte forsan in genera erigenda.

Citharoedus Kaup. — Corpus orbiculato-rhomboideum. Squa-

mae regulariter rotundatae lateribus subhorizontaliter seriatae, trunco in series 55 circ. transversas dispositae. Rostrum obtusum. Dorsalis spinis 12 parte spinosa radiosa paulo longiore, radiosa obtuse rotundata. — Spec. typ. *Citharoedus Meyeri* Kaup.

Rabdophorus Swns. — Corpus ovale. Squamae regulariter rotundatae, trunco in series 40 ad 50 transversas dispositae. Dorsalis spinis 12 ad 16 parte spinosa radiosa multo ad duplo fere longiore. — Spec. typ. *Rabdophorus ephippium* Swns.

Tetragonoptrus Klein. — Corpus subrhomboideum. Squamae regulariter rotundatae, trunco in series 40 ad 55 transversas dispositae Series squamarum lateribus subhorizontales vel parum oblique postrorsum adscendentes. Dorsalis spinis 12 ad 14, parte spinosa parte radiosa multo minus duplo longiore, radiosa obtusa. — Spec. typ. *Chaetodon striatus* L.

Hemichaetodon Blkr. — Corpus orbiculato-subrhomboideum. Squamae regulariter rotundatae, trunco in series 45 circ. transversas dispositae. Series squamarum longitudinales dimidio trunci inferiore postrorsum valde descendentes. Dorsalis spinis 12. — Spec. typ. *Chaetodon capistratus* Bl.

Chaetodontops Blkr. — Corpus orbiculato-subrhomboideum. Squamae regulariter rotundatae, trunco in series 40 ad 50 transversas dispositae. Series squamarum lateribus longitudinales postrorsum valde adscendentes. Dorsalis, spinis 12 vel 13 (rar. 14), spinosa radiosa multo minus duplo longior, radiosa obtuse rotundata. — Spec. typ. *Chaetodon collaris* Bl.

Lepidochaetodon Blkr. — Corpus orbiculato-subrhomboideum. Rostrum breve. Squamae trunco antice obtusangulatim rotundatae sequentibus multo majores. Series squamarum trunco antice longitudinales irregulares, transversae valde conspicuae non angulatae. Squamae trunco in series 35 ad 45 transversas dispositae. Dorsalis spinis 12 vel 13 (rar. 14). — Spec. typ. *Chaetodon unimaculatus* Bl.

Linophora Kaup — Corpus subrhomboideum. Rostrum acutum. Squamae trunco antice et medio obtusangulatim rotundatae sequentibus multo majores. Series squamarum trunco antice et medio longitudinales irregulares, transversae conspicuae non angulatae. Squamae trunco in series 30 ad 45 transversas dispositae. Dorsalis spinis 13 (rarissime 11, 12, 14). — Spec. typ. *Linophora auriga* Kaup.

Oxychaetodon Blkr — Corpus subrhomboideum. Rostrum valde acutum. Squamae trunco antice, medio et postice obtusangulatim rotundatae. Series squamarum trunco longitudinales irregulares, transversae valde conspicuae non angulatae. Squamae trunco in series 35 circ. transversas dispositae. Dorsalis spinis 12 vel 13. — Spec. typ. *Chaetodon lineolatus* QG.

Gonochaetodon Blkr. — Corpus rhomboideum. Rostrum breve. Squamae trunco antice, medio et postice obtusangulatim rotundatae. Series squamarum trunco longitudinales irregulares, transversae valde conspicuae obtusangulae. Squamae trunco in series 32 ad 35 transversas dispositae. Dorsalis spinis 11. — Spec. typ. *Chaetodon triangulum* K.V.H.

MEGAPROTODON Guich. = Eteira Kaup.

Corpus ovale. Dentes, maxillis bene evoluti, vomerini nulli. Squamae trunco obtusangulatim rotundatae, in series 23 ad 25 transversas obtusangulas dispositae. Dorsalis spinosa dorsali radiosa duplo ad plus duplo longior spinis 14, radiosa acutangula. Analis spinis 4. — Spec. typ. *Megaprotodon strigangulus* Blkr = Megaprotodon bifascialis Guich.

Les espèces de Taurichthyiformes sont assez nombreuses, mais on les a beaucoup trop multipliées. L'énumeration simple en porterait le chiffre à plus de cent, mais plus d'un quart de ces espèces n'étant que nominales, il n'en reste de bien établies qu'un peu plus de 70.

La liste suivante énumère les espèces connues rapportées aux genres et aux sousgenres indiqués ci-dessus, en tant que j'ai été à même de constater leurs affinités par autopsie et par les données fournies par les auteurs. Ces données cependant, pour plusieurs espèces, laissant beaucoup à désirer, surtout parce qu'il n'y est pas tenu compte des formules, de la forme et de la mode de distribution des écailles, il est probable que quelques espèces de Tetragonoptrus ne s'y trouvent pas rapportées à leurs vrais sousgenres.

De quelques autres espèces énumerées ci-dessous il reste incertain si elles sont valides ou non, question dont la solution reste à des recherches ultérieures. C'est ainsi que les Chaeto-

don melanopterus Guich. et le Chaetodon tau-nigrum CV pourraient bien n'être que des variétés du Tetragonoptrus trifasciatus, que le Sarothrodus nigrirostris Gill ne soit pas distinct du Tetragonoptrus fasciatus, que le Tetragonoptrus xanthurus Blkr soit identique avec le Chaetodon Mertensi CV; — et il est prouvé que les Tholichthys ne sont que le très-jeune âge d'espèces de Tetragonoptrus et que par conséquent les espèces indiquées sous cette dénomination générique ainsi que la forme tholichthyoïde publiée par M. POEY sous le nom de Sarothrodus amplexicollis pussent bien n'être que les très-jeunes d'espèces plus longtemps connues.

D'après l'état actuel de la science le Catalogue des Taurichthyiformes est à dresser à-peu-près comme suit.

Chelmon rostratus Cuv. = Chaetodon rostratus L. = Chelmo marginalis Rich.

Prognathodus aculeatus Poey = Chelmo aculeatus Poey = Chelmo pelta Günth. = Prognathodes pelta Gill.

〃 *longirostris* Blkr = Chaetodon longirostris Brouss. = Chelmon longirostris CV.

Parachaetodon ocellatus Blkr = Platax ocellatus CV. = Chaetodon, Sarothrodus, Tetragonoptrus et Parachaetodon oligacanthus Blkr.

Chelmonops truncatus Blkr = Chaetodon truncatus Kner = Chelmo truncatus Günth.

Taurichthys macrolepidotus Blkr = Chaetodon macrolepidotus et acuminatus L. = Chaetodon bifasciatus Shaw = Heniochus macrolepidotus et acuminatus CV. = Diphreutes macrolepidotus Cant. = Chaetodon mycterizans Gron.

〃 *monoceros* Blkr = Heniochus monoceros CV.

〃 *chrysostomus* Blkr = Chaetodon chrysostomus Park. = Heniochus permutatus E. Benn. = Heniochus chrysostomus CV. = Heniochus melanistion et Diphreutes chrysostomus Blkr.

〃 *varius* CV. = Taurichthys viridis CV. = Diphreutes varius et viridis Blkr = Heniochus varius Günth.

Hemitaurichthys polylepis Blkr = Chaetodon zoster Benn. ? = Chaetodon et Tetragonoptrus polylepis Blkr.

" ? sexfasciatus Blkr = Chaetodon sexfasciatus Rich.

Coradion chrysozonus Kaup. = Chaetodon chrysozonus et labiatus K. V. H. = Chaetodon enneacanthus CV. = Chaetodon guttatus Gron. = Tetragonoptrus chrysozonus Blkr.

" *melanopus* Blkr = Chaetodon melanopus CV. = Tetragonoptrus melanopus Blkr = Chaetodon festivus Desj. ?

Tetragonoptrus (*Citharoedus*) *Meyeri* Blkr = Chaetodon Meyeri Bl.Schn. = Holacanthus flavo-niger Lac. = Citharoedus Meyeri Kp. = Tetragonoptrus Meyeri Blkr.

" (") *ornatissimus* Blkr = Chaetodon ornatissimus Sol. = Chaetodon ornatus Gr. = Citharoedus ornatissimus Kp = Tetragonoptrus ornatissimus Blkr.

" (*Rabdophorus*) *Blackburni* Blkr = Chaetodon Blackburni Dess.

" (") *Fremblii* Blkr = Chaetodon Fremblii Benn. = Chaetodon Frehmlii CV.

" (") *ephippium* Blkr = Chaetodon ephippium et principalis CV. = Chaetodon Garnoti Less. = Rabdophorus ephippium Swns. = Linophora ephippium et principalis Kaup = Tetragonoptrus ephippium Blkr.

" (") *semeion* Blkr = Chaetodon semeion Blkr.

" (") *leucopleura* Blkr = Chaetodon leucopleura Playf.

" (") *Bennetti* Blkr = Chaetodon Bennetti CV. = Chaetodon vinctus Benn. = Coradion Bennetti Kp = Sarothrodus et Tetragonoptrus Bennetti Blkr.

" (") *speculum* Blkr = Chaetodon speculum K.V.H. = Chaetodon spilopleura Rwdt = Citharoedus speculum et spilopleura Kp = Chaetodon zanzibarensis Plfr = Tetragonoptrus speculum et zanzibarensis Blkr.

" (") *trifasciatus* Blkr = Chaetodon trifasciatus Mungo Park = Chaetodon vittatus Bl.Schn. =

Chaetodon austriacus Rüpp. = Citharoedus vittatus et austriacus Kp. = Sarothrodus et Tetragonoptrus vittatus Blkr.

Tetragonoptrus (*Rabdophorus*) *melanopterus* Blkr = Chaetodon melanopterus Guich. an = Var. spec. praeced.?

" (") *tau-nigrum* Blkr = Chaetodon tau-nigrum CV. = Citharoedus tau-nigrum Kp = an Var. Tetrag. (Rabd.) trifasciati?

" (") *plebejus* Blkr = Chaetodon plebejus L.Gm.

" (" ?) *luctuosus* Blkr = Chaetodon luctuosus CV. = Citharoedus luctuosus Kp.

" (*Tetragonoptrus*) *striatus* Blkr = Chaetodon striatus L. = Sarothrodus striatus Poey.

" (") *humeralis* Blkr = Chaetodon humeralis Günth.

" (") *modestus* Blkr = Chaetodon modestus Schl.

" (") *mitratus* Blkr = Chaetodon mitratus Günth.

" (") *dichrous* Blkr = Chaetodon dichrous Günth.

" (") *xanthocephalus* Blkr = Chaetodon xanthocephalus Benn.

" (") *flavirostris* Blkr = Chaetodon flavirostris Günth.

" (") *trichrous* Blkr = Chaetodon trichrous Günth.

" (") *quadrimaculatus* Blkr = Chaetodon quadrimaculatus Gr.

" (") *robustus* Blkr = Chaetodon robustus Günth. (an potius Lepidochaetodon?)

" (") *sedentarius* Blkr = Chaetodon et Sarothrodus sedentarius Poey = Chaet. gracilis Günth.

" (") *maculocinctus* Blkr = Sarothrodus maculocinctus Gill.

" (") *sanctae Helenae* Blkr = Chaetodon sanctae Helenae Günth.

Tetragonoptrus (*Tetragonoptrus*) *punctato-fasciatus* Blkr = Chaetodon punctato-fasciatus CV. = Chaetodon punctato-lineatus Gron. = Citharoedus punctato-fasciatus Kp = Tetragonoptrus punctato-fasciatus Blkr = Chaetodon multicinctus Garr.

" (") *miliaris* Blkr = Chaetodon miliaris QG. = Chaetodon citrinellus Brouss. = Chaetodon guttatissimus Benn. = Tetragonoptrus citrinellus Blkr.

" (") *octofasciatus* Blkr = Chaetodon octofasciatus Bl. = Chaet octolineatus Gron. = Citharoedus octofasciatus Kp = Tetragonoptrus octofasciatus Blkr.

" (*subg. dub.*?) *Klunzingeri* Blkr = Chaetodon guttatissimus (?) Klunz.

" (") *osseus* = Tholichthys osseus Günth. spec. dubia.

" (") *lunulatus* = Chaetodon lunulatus QG.

" (") *Layardi* = Chaetodon Layardi Blyth.

" (") *ataeniatus* = Sarothrodus ataeniatus Poey.

" (*Hemichaetodon*) *capistratus* Blkr = Chaetodon capistratus Bl. = Sarothrodus capistratus Poey.

" (*Chaetodontops*) *collaris* Blkr = Chaetodon collare Bl. = Chaet. superbus Brouss. = Chaet. reticulatus CV. = Chaet. praetextatus Cant. = Ch. viridis Blkr = Chaet. unifasciatus et parallelusGron. = Citharoedus collaris Kp.

" (") *aureus* Blkr = Chaetodon aureus Schl. (nec Bl.).

" (") *ocellatus* Blkr = Chaetodon ocellatus et bimaculatus Bl. = Sarothrodus bimaculatus Poey.

" (" ?) *amplexicollis* = Sarothrodus amplexicollis Poey (an juven. spec. praeced?).

" (") *selene* Blkr = Chaetodon et Tetragonoptrus selene Blkr.

" (") *pelewensis* Blkr = Chaetodon pelewensis Kner.

" (") *nigrirostris* Blkr = Sarothrodus nigrirostris Gill; — an = spec. sequens?

Tetragonoptrus (*Chaetodontops*) *fasciatus* Blkr. = Chaetodon fasciatus Forsk. = Chaet. flavus Bl. Schn. = Pomacentrus lunula Lac. = Chaet. lunula et biocellatus CV. = Chaet. ocellatus, Sarothrodus lunula et Tetragonoptrus fasciatus, lunula et biocellatus Blkr = Chaet. Wiebeli Kp.

″ (″) *melanotus* Blkr = Chaetodon melanotus Bl.Schn. = Chaet. dorsalis Rwdt = Chaet. marginatus Ehr. = Chaetodon Abhortani CV = Tetragonoptrus melanotus et dorsalis Blkr

″ (″ ? ?) *pulcher* = Chelmo pulcher Steind.

″ (″ ?) *Dayi* Blkr = Tholichthys osseus Günth.? Day (species dubia).

″ (*Lepidochaetodon*) *unimaculatus* Blkr = Chaetodon unimaculatus Bl. = Citharoedus unimaculatus Kp = Tetragonoptrus unimaculatus Blkr.

″ (″) *Kleini* Blkr = Chaet. Kleini Bl. = Chaet. melastomus et melammystax Bl.Schn. = Chaet. flavescens Benn. = Chaet. virescens CV. = Citharoedus melastomus Kp = Tetragonoptrus melastomus Blkr.

″ (″) *melanopoma* Blkr = Chaetodon melanopoma Playf.

″ (*Linophora*) *auriga* Blkr = Chaetodon auriga Forsk. = Chaetodon setifer Bl. = Pomacentrus setifer Lac. = Chaetodon nesogallicus et sebanus CV. = Chaetodon lunaris Gron. = Linophora auriga Kp = Sarothrodus auriga et Tetragonoptrus auriga et nesogallicus Blkr.

″ (″) *vagabundus* Blkr = Chaetodon vagabundus L. = Chaetodon pictus Forsk. = Chaetodon decussatus CV. = Tetragonoptrus vagabundus Blkr.

″ (″) *Rafflesi* Blkr = Chaet. Rafflesi Benn. = Chaetodon princeps et Sebae CV. = Sarothrodus et Tetragonoptrus Rafflesi Blkr.

″ (″) *Mertensi* Blkr = Chaetodon Mertensi CV. (an et Günth. et Day?) = Chaetodon chrysurus Desj. = Citharoedus Mertensii Kaup.

″ (″) *xanthurus* Blkr = Chaetodon et Tetragonoptrus chrysurus Blkr (an = Tetragonoptrus (Linophora) Mertensi Blkr?

Tetragonoptrus (*Oxychaetodon*) *lineolatus* Blkr = Chaetodon lineolatus QG. = Chaetodon lunatus Ehr. = Chaetodon oxycephalus et Talli et Tetragonoptrus oxycephalus Blkr.

" (") *falcula* Blkr = Chaetodon falcula Bl. = Pomacentrus falcula Lac. = Chaetodon ulietensis CV. = Chaetodon dizoster CV. ? = Tetragonoptrus falcula et ulietensis Blkr.

" (") *mesoleucus* Blkr = Chaetodon mesoleucus Forsk. (nec Bl.) = Chaetodon hadjan Bl.Schn.

" (") *semilarvatus* Blkr = Chaetodon semilarvatus Ehr.

" (") *ocellicauda* Blkr = Chaetodon ocellicauda CV.

" (") *nigripinnis* Blkr = Chaetodon nigripinnis Pet.

" (*Gonochaetodon*) *triangulum* Blkr. = Chaetodon triangulum, goniphoron et gonipheron K.V.H. = Chaetodon baronessa et karraf CV. = Chaetodon larvatus Ehr. = Citharoedus triangulum Kp = Sarothrodus et Tetragonoptrus baronessa Blkr.

Megaprotodon strigangulus Blkr = Chaetodon strigangulus Sol. = Chaetodon trifascialis et Taunayi QG. = Chaetodon bifascialis et Leachii CV. = Eteira triangularis, Taunayi et Leachii Kp = Sarothrodus et Tetragonoptrus striangulus Blkr.

La Haye, Janv. 1876.

ERRATA:

Blz.	273	reg.	1	*staat:*	24 Décembre 1872	*lees:*	24 Décembre 1869
»	273	»	10	»	s'il	»	si elle
»	282	»	22	»	ses	»	ces
»	286	»	11	»	September	»	Septembre
»	290	»	12	»	déclaration	»	qualification
»	295	»	14	»	Elles	»	Elle
»	306	»	3	»	12	»	13

» 306 tusschen regel 5 en 6 in te voegen: la Belgique

INHOUD

VAN

DEEL X. — STUK 2.

---

bladz.



GEDRUKT BIJ DE ROEVER - KRÖBER - BAKELS.

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

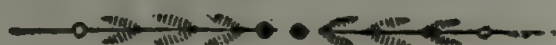
VAN

WETENSCHAPPEN.

Afdeeling NATUURKUNDE.

TWEEDE REEKS.

Tiende Deel. — Derde Stuk.



AMSTERDAM
C. G. VAN DER POST.
1876.

OVER HET

BETREKKELIJK AANTAL BOTSINGEN,

DAT EEN MOLEKUUL ONDERGAAT, WANNEER HET ZICH BEWEEGT DOOR BEWEGENDE MOLEKULEN OF DOOR MOLEKULEN, DIE MEN ONDERSTELT STIL TE STAAN;

ALSMEDE OVER DEN

INVLOED VAN DE AFMETINGEN DER MOLEKULEN

VOLGENS DE RICHTING DER RELATIEVE BEWEGING OP HET AANTAL DIER BOTSINGEN.

DOOR

J. D. VAN DER WAALS.



Tot het zoeken van bovengenoemde verhouding wordt men gebracht, door dat de rechtstreeksche vraag naar het aantal stooten, dat een molekuul ondervindt, als het zich door bewegende molekulen beweegt tot moeielijkheden aanleiding geeft. In de onderstelling dat de andere molekulen stilstaan, wordt dat aantal botsingen gemakkelijk gevonden. Heeft men dit laatste aantal, dan behoeft nog slechts de vraag beantwoord worden, die wij ons voorgenomen hebben te beantwoorden, om het aantal botsingen te kennen, dat inderdaad door een molekuul per sekonde wordt ondergaan.

Die vraag is reeds beantwoord door MAXWELL en door CLAUSIUS bij verwaarloozing van de afmeting der molekulen volgens de richting der relatieve beweging — en dan nog komen zij tot verschillende uitkomsten. CLAUSIUS vindt, dat de gevraagde

verhouding in dat geval gelijk is aan $\frac{4}{3}$, — MAXWELL daarentegen $= \sqrt{2}$.

Men wordt er dus toegebracht te onderzoeken, welke waarde als de ware is aan te merken. Uit de navolgende berekeningen zal de juistheid van MAXWELL's uitkomst $\sqrt{2}$ op nieuw blijken. Ofschoon in hoofdzaak de weg door MAXWELL aangewezen gevolgd is, heb ik toch gemeend in andere opzichten daarvan te moeten afwijken, vooreerst omdat ik wilde onderzoeken of ook door voortzetting van de berekening, waar CLAUSIUS ze eindigde, toen hij de waarde der gevraagde verhouding op $\frac{4}{3}$ bepaalde, MAXWELL's uitkomst kan gevonden worden, en ten tweede omdat de berekening van den invloed der afmeting der molekulen volgens de richting der betrekkelijke beweging een eenigzints anderen weg noodzakelijk maakte.

§ 1. Noemen wij met MAXWELL *) $f(x)\,dx$ het gedeelte van een aantal molekulen, dat een snelheid heeft, zoodanig dat de ontbondene dier snelheid volgens de X-as een waarde heeft tusschen x en $x + dx$, dan moet

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\,dx = 1.$$

Om den vorm van $f(x)$ te bepalen, kan men aldus te werk gaan:

Het aantal molekulen, waarvan de ontbondene der snelheid zoowel tusschen x en $x + dx$, y en $y + dy$, z en $z + dz$ ligt is, als n voorstelt het aantal bevat in het volume

$$n\,f(x)\,f(y)\,f(z)\,dx\;dy\;dz$$

Zoo deze molekulen te gelijker tijd den oorsprong verlieten, zouden zij na een sekonde, dus te gelijker tijd, bevat zijn in een element der ruimte $dx\,dy\,dz$, gelegen om een punt P, waarvan de coördinaten zijn x, y en z.

---

*) *Phil. Mag.*, XIX, pag. 19 (1860).

Lag dat punt op de X-as, op een afstand r van den oorsprong, dan zou de factor van $d\,x\,d\,y\,d\,z$ gelijk zijn aan

$$n\,f(r)\,f(0)^2.$$

Ligt het ergens anders in de ruimte, maar op even grooten afstand van den oorsprong, dan moet die factor even groot gevonden worden, omdat volgens alle richtingen de wet der snelheid dezelfde is; dus moet

$$f(x)\;f(y)\;f(z) = f\left(\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}\right) \cdot f(0)^2$$

en dus ook

$$f(x)^3 = f(0)^2\;f(x\sqrt{3}) \;\ldots\ldots\ldots\; (\text{I}).$$

Dachten wij het punt P in het X Y-vlak, dan vinden wij

$$f(x)\;f(y)\;f(0) = f(0)^2\;f\left(\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}\right)$$

of

$$f(x)^2 = f(0)\;f(x\sqrt{2}) \;\ldots\ldots\ldots\; (\text{II}).$$

Zoeken wij nu eerst welke functie aan het kenmerk (I) voldoet. Zij $Nep.\,log\left[f(x)\right] = \varphi(x)$, dan volgt uit (I)

$$3\,\varphi(x) = 2\,\varphi(0) + \varphi(x\sqrt{3})$$
$$3\,\varphi'(x) = \sqrt{3}\,\varphi'(x\sqrt{3})$$
$$\varphi''(x) = \varphi''(x\sqrt{3}) \;\ldots\ldots\ldots\ldots\; (1).$$

Denken wij nu twee assen loodrecht op elkander, en nemen wij op een dier assen abscissen gelijk aan $Nep.\,log\,x$, en voegen daarbij ordinaten gelijk aan $\varphi''(x)$, dan drukt vergelijking (1) uit, dat de aldus geconstrueerde lijn een periodieke functie zal voorstellen, waarvan de periode gelijk aan $\frac{1}{2}$ $Nep.\,log\,3$ is.

Zoeken wij op dezelfde wijze, welke functie aan het kenmerk (II) voldoet, dan vinden wij

$$\varphi''(x) = \varphi''(x\sqrt{2}) \;\ldots\ldots\ldots\ldots\; (2)$$

en dus dat de hierboven gedachte lijn, behalve de periode $\frac{1}{2}$ *Nep. log* 3, ook een periode $\frac{1}{2}$ *Nep. log* 2 zou moeten hebben. Die 2 voorwaarden zijn met elkander in strijd, tenzij die lijn een rechte zij evenwijdig aan de as, of met andere woorden $\varphi''(x)$ moet constant zijn.

Lichtelijk wordt nu gevonden, dat

$$f(x) = C e^{-\frac{x^2}{\alpha^2}}$$

zal moeten zijn. Het negatieve teeken voor x^2, omdat de functie een afnemende zal moeten zijn. De beteekenis van α, die ingevoerd is moeten worden om de functie homogeen te maken, zal later blijken. De waarde van C wordt uit de voorwaarde $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\,dx = 1$ gevonden n.l. $C = \frac{1}{\alpha\sqrt{\pi}}$.

§ 2. Deze vorm bekend zijnde wordt uit hetzelfde aantal molekulen, bevat in het element der ruimte om P, ook gemakkelijk de wet der snelheden gevonden.

De hoeveelheid $n f(x) f(y) f(z)\, dx\, dy\, dz$ is namelijk gelijk aan $\frac{n}{\alpha^3 \pi \sqrt{\pi}} e^{-\frac{r^2}{\alpha^2}} r^2\, dr \sin\varphi\, d\varphi\, d\theta$, als wij het element der ruimte in de gewone polaire gegevens uitdrukken — φ de hoek tusschen de Z-as en den voerstraal naar P, en θ de hoek tusschen de X-as en de projectie van dien voerstraal op het X Y-vlak. In dezen vorm ziet men het aantal molekulen, dat gelijktijdig den oorsprong verliet, de richting (φ, θ) volgde, en na 1 sekonde op een afstand van den oorsprong was aangekomen liggende tusschen r en $r + dr$. Integreerende naar θ, tusschen 0 en 2π vinden wij $\frac{2n}{\alpha^3 \sqrt{\pi}} e^{-\frac{r^2}{\alpha^2}} r^2\, dr \sin\varphi\, d\varphi$ voor het aantal, dat een hoek φ met de Z-as makende op een afstand tusschen r en $r + dr$ aangekomen was; en integreerende naar φ tusschen de grenzen 0 en π vinden wij $\frac{4n}{\alpha^3 \sqrt{\pi}} e^{-\frac{r^2}{\alpha^2}} r^2 dr$ voor het aantal wier snelheid tusschen r en $r + dr$ ligt. Volgens de wijze van

afleiding is er dus alleen spraak van positieve snelheden en moet dus $\int_0^\infty \frac{4}{\alpha^3 \sqrt{\pi}} e^{-\frac{r^2}{\alpha^2}} r^2 \, dr = 1$ zijn.

§ 3. Daar $r^2 e^{-\frac{r^2}{\alpha^2}}$ een maximumwaarde vertoont voor $r = \alpha$, is de beteekenis van α gevonden, en wel stelt zij voor de snelheid, die het meest voorkomt. Voor $r = 0$ en $r = \infty$ is $\frac{r^2}{1} e^{-\frac{r^2}{\alpha^2}} = 0$ gelijk te wachten was.

Zoeken wij de gemiddelde snelheid, dan vinden wij door $\frac{4\alpha}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty \frac{r^2}{\alpha^2} e^{-\frac{r^2}{\alpha^2}} \frac{dr}{\alpha} \cdot \frac{r}{\alpha}$ haar waarde gelijk aan $\frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}$. Voor de middenwaarde van het quadraat der snelheid levert $\frac{4\alpha^2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty \frac{r^4}{\alpha^4} e^{-\frac{r^2}{\alpha^2}} \frac{dr}{\alpha}$ de waarde $\frac{3}{2} \alpha^2$. Voor de som van de levende kracht dus $\frac{3}{4} \alpha^2 \Sigma m$.

Schrijven wij $\frac{3}{4} \alpha^2 \Sigma m = \frac{1}{2} V^2 \Sigma m$, door V, even als CLAUSIUS dit doet, verstaande de snelheid, die als alle molekulen die hadden, dezelfde levende kracht zou opleveren als de werkelijk voorhanden snelheid, dan is $\alpha = V \sqrt{\frac{2}{3}}$.

Zoo vinden wij bijv. voor zuurstof, waarvoor CLAUSIUS V gelijk 461 Meter opgeeft, als waarde van de snelheid die het meeste voorkomt 376 Meter; de gemiddelde snelheid $\frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}$ gelijk aan 425 Meter.

§ 4. Gaan wij er nu toe over het aantal botsingen te zoeken, dat de molekulen gemiddeld per sekonde ondergaan, vooreerst ook nog bij verwaarloozing van de afmeting volgens de richting der beweging, in de 3 volgende gevallen:

a. Dat een molekuul zich beweegt door zelf niet bewegende molekulen; *b* dat een molekuul alleen in rust verkeert te midden van bewegende molekulen; en *c* het aantal stooten, dat een

molekuul ondervindt, als het zich beweegt te midden van bewegende molekulen.

a. Het gemakkelijkst vinden wij in dit geval de uitkomst, als wij het bewegende molekuul, dat wij den bolvorm toekennen, ons als mathematische figuur voorstellen, die dus in haar beweging door de aanwezige molekulen niet wordt gestoord. Beschrijven wij om de lijn, die het middelpunt van het molekuul volgt, als as een cilinder met een grondvlak dat tot straal heeft de diameter s van het molekuul, dan zullen al de in dien cilinder aanwezige molekulen door het bewegende worden ontmoet. In een sekonde dus een aantal $n \pi s^2 v$, als n het aantal molekulen in de eenheid van volume, en v de snelheid van het bewegende molekuul voorstelt. Het oogenblik van ontmoeting rekenen wij dan, als het bewegende middelpunt de projectie is van elk zich in genoemden cilinder bevindend molekuul Deze beschouwing komt overeen met het zich voorstellen van de molekulen als schijven loodrecht op de richting der beweging. Daar het bewegend molekuul alle mogelijke snelheden zou kunnen bezitten, moeten wij de middenwaarde der snelheid invoeren, en vinden wij dus in geval (a)

$$N = n \pi s^2 \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}.$$

b. Denken wij nu het beschouwde molekuul zelf stil, dan kunnen wij om een bol met tweemaal zoo grooten straal als het molekuul heeft, omhullende cilindervlakken beschrijven, wier assen alle mogelijke richtingen aangeven. Gaan wij nu eerst het aantal stooten na te wijten aan de molekulen, wier snelheid tusschen v en $v + dv$ ligt. Dat aantal bedraagt $\frac{4n}{\sqrt{\pi}} \frac{v^2}{\alpha^2} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{dv}{\alpha}$.
Van dat aantal beweegt zich een gedeelte $\frac{\sin \varphi \, d\varphi}{2} \frac{d\theta}{2\pi}$ evenwijdig aan de as van een cilinder, die een richting (φ, θ) heeft, en de zin dier beweging kunnen wij naar het stilstaande punt gericht denken. Geven wij zulk een cilinder, die een grondvlak πs^2 heeft, een hoogte $v\,dt$, dan zullen allen, die indien cilinder volgens de as gericht zijn, in den tijd dt het stilstaande molekuul bereiken. Dat aantal bedraagt

$$n \pi s^2 v\, dt \frac{4}{\sqrt{\pi}} \frac{v^2}{\alpha^2} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{dv}{\alpha} \frac{\sin\varphi\, d\varphi}{2} \frac{d\theta}{2\pi}.$$

Voor het geheele aantal stooten in 1 sekonde vinden wij dan even als in geval (*a*) $n \pi s^2 \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}$, zoodat dus deze twee gevallen in dit opzicht als gelijkwaardig mogen beschouwd worden.

c. Het derde geval kunnen wij tot het tweede terug brengen, als wij de relatieve beweging der andere molekulen ten opzichte van het beschouwde molekuul invoeren.

Laat het molekuul, dat wij beschouwen, een snelheid v hebben, en de snelheid der anderen door u worden voorgesteld; de zin dier richting steeds naar het molekuul gericht gerekend. De hoek tusschen de snelheden zij φ; dan is de relatieve snelheid $= \sqrt{v^2 + u^2 + 2uv\cos\varphi}$, en geven wij de andere molekulen deze snelheid, dan mogen wij het molekuul zelf tot rust gebracht denken. Gaan wij verder te werk zooals ingeval (*b*), dan vinden wij, dat het molekuul met de snelheid v een aantal botsingen per sekonde ondergaat, gelijk aan

$$n \pi s^2 \frac{4}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty \frac{u^2}{\alpha^2} e^{-\frac{u^2}{\alpha^2}} \frac{du}{\alpha} \int_0^\pi \sqrt{v^2 + u^2 + 2uv\cos\varphi}\, \frac{\sin\varphi\, d\varphi}{2} \int_0^{2\pi} \frac{d\theta}{2\pi}.$$

Nu is de waarde van $\int_0^\pi \sqrt{(v^2 + u^2 + 2uv\cos\varphi)}\, \frac{\sin\varphi\, d\varphi}{2}$ verschillend, naargelang wij $u < v$ of $u > v$ onderstellen. In het eerste geval vinden wij $v + \frac{u^2}{3v}$, in het tweede $u + \frac{v^2}{3u}$. Bovenstaande integraal wordt dus in twee anderen gesplitst:

$$n \pi s^2 \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left\{ \int_0^v \frac{u^2}{\alpha^2} e^{-\frac{u^2}{\alpha^2}} \frac{du}{\alpha} \left(v + \frac{u^2}{3v} \right) + \int_v^\infty \frac{u^2}{\alpha^2} e^{-\frac{u^2}{\alpha^2}} \frac{du}{\alpha} \left(u + \frac{v^2}{3u} \right) \right\}$$

en dus voor de middenwaarde van het aantal botsingen van een molekuul per sekonde:

$$N = n\pi s^2 \frac{4}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{4}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty \frac{v^2}{\alpha^2} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{dv}{\alpha} \left\{ \int_0^v \frac{u^2}{\alpha^2} e^{-\frac{u^2}{\alpha^2}} \frac{du}{\alpha} \left(v + \frac{u^2}{3v}\right) + \int_v^\infty \frac{u^2}{\alpha^2} e^{-\frac{u^2}{\alpha^2}} \frac{du}{\alpha} \left(u + \frac{v^2}{3u}\right) \right\}$$

Deze integraal kan op de volgende wijze gevonden worden.

Denken wij ons twee onderling loodrechte assen, waarop wij u en v als coördinaten uitzetten, dan kunnen wij elk gedeelte bijv.

$$\int_0^\infty \int_v^\infty \frac{v^2}{\alpha^2} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{dv}{\alpha} \cdot \frac{u^2}{\alpha^2} e^{-\frac{u^2}{\alpha^2}} \frac{du}{\alpha} \left(u + \frac{v^2}{3u}\right). \text{*)}$$

beschouwen als een lichamelijken inhoud tusschen het U V vlak begrepen en een oppervlak, dat tot vergelijking heeft

$$z = \text{de factor van } du\ dv.$$

Uit de waarde der grenzen voor u nl. $n = \infty$ en $u = v$ volgt, dat de integraal zich moet uitstrekken boven deelen van bet U V vlak, liggende tusschen de U as en een lijn, die den hoek tusschen de U as en de V as midden doordeelt; terwijl de grenzen van v van 0 tot ∞ aantoonen, dat de integraal zich over dat geheele achtste gedeelte van het U V vlak uitstrekt. Voeren wij polaire coördinaten in, nemende $u = r \cos \psi$ en $v = r \sin \psi$, dan wordt de beschouwde inhoud gelijk aan:

$$\alpha \int_0^\infty \int_0^{\frac{1}{4}\pi} \frac{r^6}{\alpha^6} \frac{dr}{\alpha} e^{-\frac{r^2}{\alpha^2}} \left(\sin^2 \psi - \frac{2}{3} \sin^4 \psi\right) \cos \psi\, d\psi.$$

Voor het andere gedeelte van de integraal van N, vinden wij door $\cos \psi$ en $\sin \psi$ met elkander te verwisselen:

$$\alpha \int_0^\infty \int_{\frac{1}{4}\pi}^{\frac{1}{2}\pi} \frac{r^6}{\alpha^6} e^{-\frac{r^2}{\alpha^2}} \frac{dr}{\alpha} \left(\cos^2 \psi - \frac{2}{3} \cos^4 \psi\right) \sin \psi\, d\psi$$

*) De transformatië, die ik deze integraal heb doen ondergaan om de waarde er van te berekenen, is voor dit gedeelte van N niet noodzakelijk — wel schijnt zij mij noodzakelijk toe voor het andere gedeelte.

de grenzen van u gelijk 0 en v zijnde, moet dit deel der integraal over het andere gedeelte van het quadrant worden uitgestrekt.

Zet men in de laatste integraal $\psi = \frac{1}{2}\pi - \psi'$, dan wordt zij

$$\alpha \int_0^\infty \int_0^{\frac{1}{2}\pi} e^{-\frac{r^2}{\alpha^2}} \frac{r^6}{\alpha^6} \frac{dr}{\alpha} \left(sin^2 \psi' - \frac{2}{3} sin^4 \psi' \right) cos\, \psi'\, d\, \psi'$$

en vindt men dus voor beide gedeelte van N even groote waarde.

Elk dezer integralen heeft een waarde gelijk aan $\frac{2\sqrt{\pi}}{16}\sqrt{2}$, zoodat wij vinden:

$$N = n\,\pi\, s^2 \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}} \sqrt{2}.$$

Deze uitkomst vergelijkende met die ingeval (a) en (b) verkregen, vindt men MAXWELL's uitkomst $\sqrt{2}$ voor de verhouding van het aantal botsingen in genoemde veronderstellingen.

§ 5. Ofschoon MAXWELL dus een grootere coëfficient vindt, waarmede de uitkomst in de onderstelling (a) en (b) moet vermenigvuldigd worden om de uitkomst in de onderstelling (c) te vinden dan CLAUSIUS geeft, zal toch het aantal botsingen, volgens MAXWELL berekend, kleiner zelfs gevonden worden, dan CLAUSIUS ze zou moeten vinden, als hij nl. steeds voor de middenwaarde van v die zou nemen, welke uit de gemiddelde levende kracht volgt.

Immers volgens MAXWELL's uitkomst is $N = n\,\pi\, s^2 \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}\sqrt{2}$, en zooals wij vroeger zagen is $\alpha = V \sqrt{\frac{2}{3}}$, als V de door CLAUSIUS opgegeven snelheid beduidt; bijgevolg

$$N = n \pi s^2 \frac{4}{3} V \sqrt{\frac{3}{\pi}}.$$

Wij vinden dus slechts $\sqrt{\frac{3}{\pi}} = 0{,}979$ van het aantal, dat gevonden zou worden, als wij al de molekulen een gelijke snelheid, berekend uit de gemiddelde levende kracht, zouden toegekend hebben; in dat geval nl. is de factor dan ook zooals CLAUSIUS dien stelt niet $\sqrt{2}$ maar $\frac{4}{3}$.

§ 6. Op den gemiddelden weg tusschen twee botsingen zal het verschil der factoren $\sqrt{2}$ en $\frac{4}{3}$ zich in zijn volle waarden doen gevoelen.

Wat wij door gemiddelden weg verstaan ingeval (*a*) is gemakkelijk in te zien. Het stelt de middenwaarde voor van de wegen, die een zelfde molekuul, dat onveranderde snelheid zou behouden, zou afleggen tusschen twee opvolgende botsingen. Daar het aantal botsingen $n \pi s^2 v$ per sekonde bedraagt, moet $n \pi s^2 v l = v$ of $l = \frac{1}{n \pi s^2}$ zijn. Dachten wij de snelheid veranderlijk, dan zouden wij toch tot dezelfde uitkomst komen. Bedenken wij nl. dat de kans, dat de snelheid van een molekuul op een gegeven oogenblik tusschen v en $v + dv$ ligge, even groot is, als dat gedeelte van de aanwezige molekulen, waarvan de snelheid tusschen v en $v + dv$ ligt, bedraagt. Volgens de regelen der waarschijnlijkheidsrekening ondervindt het dus indertijd dt een aantal botsingen $\frac{4\,n}{\sqrt{\pi}} \pi s^2 \frac{v^2}{\alpha^2} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{dv}{\alpha} v dt$.
Is l_1 de gemiddelde weg, dan moet l_1 gelijk zijn aan den weg in dien tijd afgelegd gedeeld door het aantal stooten. Die weg bedraagt evenzoo volgens de waarschijnlijkheidsrekening

$$\frac{4}{\sqrt{\pi}} \frac{v^2}{\alpha^2} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{dv}{\alpha} v dt$$

of

$$l_1 = \frac{1}{n \pi s^2}.$$

Door gemiddelden weg in geval (b) zouden wij moeten verstaan den weg, dien een molekuul gemiddeld aflegt tusschen het oogenblik, waarop een vorige botsing plaats greep, en het oogenblik, waarop het zelf het stilstaande molekuul ontmoet. Het komt mij twijfelachtig voor of wij dezelfde waarde zouden vinden als ingeval (a). Maar die uitkomst is voor het volgende niet noodig, en ga ik dus verder met stilzwijgen voorbij.

Voor den gemiddelden weg in onderstelling (c), waarbij wij weder hetzelfde verstaan als in onderstelling (a), vinden wij

$$l_2 = \frac{1}{n \pi s^2 \sqrt{2}}.$$

Elk molekuul nl. ondervindt gemiddeld $n \pi s^2 \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}} \sqrt{2}$ stooten en legt gemiddeld $\frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}$ weg af.

Volgens CLAUSIUS zou dit zijn:

$$l_2 = \frac{1}{n \pi s^2 \frac{4}{3}}.$$

§ 7. Gaan wij er nu toe over den invloed te bepalen van de afmetingen der molekulen volgens de richting der relatieve beweging op het aantal botsingen.

In mijn proefschrift: „Over de continuiteit van den gas- en vloeistof-toestand" heb ik er opmerkzaam opgemaakt, dat dit tot hiertoe was verzuimd geworden, en heb ik een poging beproefd dien invloed te berekenen. En ofschoon ik erkennen moet, dat de wijze, waarop ik daar heb voorgesteld, hoe ik tot mijn resultaat gekomen ben, aanleiding tot gegronde kritiek geeft, is dat resultaat toch zooals de heer D. J. KORTEWEG aantoont, volkomen juist.

Eerst nu is door CLAUSIUS (*Ann. der Physik und Chemie von* POGGENDORFF. Ergänz. Band VII, Stück 2 pag 242 enz.) een arbeid medegedeeld, waarin hij, misschien onbekend er mede, dat dit reeds vroeger verricht was, den invloed der

$$N = n \pi s^2 \frac{4}{3} V \sqrt{\frac{3}{\pi}}.$$

Wij vinden dus slechts $\sqrt{\frac{3}{\pi}} = 0{,}979$ van het aantal, dat gevonden zou worden, als wij al de molekulen een gelijke snelheid, berekend uit de gemiddelde levende kracht, zouden toegekend hebben; in dat geval nl. is de factor dan ook zooals CLAUSIUS dien stelt niet $\sqrt{2}$ maar $\frac{4}{3}$.

§ 6. Op den gemiddelden weg tusschen twee botsingen zal het verschil der factoren $\sqrt{2}$ en $\frac{4}{3}$ zich in zijn volle waarden doen gevoelen.

Wat wij door gemiddelden weg verstaan ingeval (*a*) is gemakkelijk in te zien. Het stelt de middenwaarde voor van de wegen, die een zelfde molekuul, dat onveranderde snelheid zou behouden, zou afleggen tusschen twee opvolgende botsingen. Daar het aantal botsingen $n \pi s^2 v$ per sekonde bedraagt, moet $n \pi s^2 v l = v$ of $l = \frac{1}{n \pi s^2}$ zijn. Dachten wij de snelheid veranderlijk, dan zouden wij toch tot dezelfde uitkomst komen. Bedenken wij nl. dat de kans, dat de snelheid van een molekuul op een gegeven oogenblik tusschen v en $v + dv$ ligge, even groot is, als dat gedeelte van de aanwezige molekulen, waarvan de snelheid tusschen v en $v + dv$ ligt, bedraagt. Volgens de regelen der waarschijnlijkheidsrekening ondervindt het dus indertijd dt een aantal botsingen $\frac{4\,n}{\sqrt{\pi}} \pi s^2 \frac{v^2}{\alpha^2} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{dv}{\alpha} v dt$.
Is l_1 de gemiddelde weg, dan moet l_1 gelijk zijn aan den weg in dien tijd afgelegd gedeeld door het aantal stooten. Die weg bedraagt evenzoo volgens de waarschijnlijkheidsrekening

$$\frac{4}{\sqrt{\pi}} \frac{v^2}{\alpha^2} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{dv}{\alpha} v dt$$

of

$$l_1 = \frac{1}{n \pi s^2}.$$

Door gemiddelden weg in geval (b) zouden wij moeten verstaan den weg, dien een molekuul gemiddeld aflegt tusschen het oogenblik, waarop een vorige botsing plaats greep, en het oogenblik, waarop het zelf het stilstaande molekuul ontmoet. Het komt mij twijfelachtig voor of wij dezelfde waarde zouden vinden als ingeval (a). Maar die uitkomst is voor het volgende niet noodig, en ga ik dus verder met stilzwijgen voorbij.

Voor den gemiddelden weg in onderstelling (c), waarbij wij weder hetzelfde verstaan als in onderstelling (a), vinden wij

$$l_2 = \frac{1}{n \pi s^2 \sqrt{2}}.$$

Elk molekuul nl. ondervindt gemiddeld $n \pi s^2 \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}} \sqrt{2}$ stooten en legt gemiddeld $\frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}$ weg af.

Volgens CLAUSIUS zou dit zijn:

$$l_2 = \frac{1}{n \pi s^2 \frac{4}{3}}.$$

§ 7. Gaan wij er nu toe over den invloed te bepalen van de afmetingen der molekulen volgens de richting der relatieve beweging op het aantal botsingen.

In mijn proefschrift: „Over de continuiteit van den gas- en vloeistof-toestand" heb ik er opmerkzaam opgemaakt, dat dit tot hiertoe was verzuimd geworden, en heb ik een poging beproefd dien invloed te berekenen. En ofschoon ik erkennen moet, dat de wijze, waarop ik daar heb voorgesteld, hoe ik tot mijn resultaat gekomen ben, aanleiding tot gegronde kritiek geeft, is dat resultaat toch zooals de heer D. J. KORTEWEG aantoont, volkomen juist.

Eerst nu is door CLAUSIUS (*Ann. der Physik und Chemie von* POGGENDORFF. Ergänz. Band VII, Stück 2 pag 242 enz.) een arbeid medegedeeld, waarin hij, misschien onbekend er mede, dat dit reeds vroeger verricht was, den invloed der

dikte der molekulen op het aantal botsingen nagaat. CLAUSIUS vindt echter een tweemaal zoo grooten invloed als ik had gevonden. Daarom heb ik het noodig geacht de zaak nog eens van naderbij te beschouwen. Ik heb de bevestiging gevonden van mijn vroeger resultaat, op een wijze, die ik hier mededeel, al komt zij ook in sommige opzichten overeen met die van den heer KORTEWEG.

In § 4 hebben wij ingeval (*c*) gevonden, dat een molekuul met een snelheid v van de molekulen met een snelheid tusschen u en $u + du$ volgens een richting (φ, θ) ten opzichte der lijn volgens welke de snelheid u geschiedt, een aantal stooten ontvangt, aangegeven door de uitdrukking

$$\frac{4\,n\,\pi\,s^2}{\sqrt{\pi}}\,\frac{u^2}{\alpha^2}\,e^{-\frac{u^2}{\alpha^2}}\,\frac{du}{\alpha}\,\sqrt{v^2+u^2+2\,uv\cos\varphi}\;\frac{\sin\varphi\,d\varphi}{2}\;\frac{d\theta}{2\pi}.$$

Dit zou bij verwaarloozing der dikte in den tijd van een sekonde plaats grijpen; wij zullen nu zien, in hoever die tijd verkort wordt door de dikte in rekening te brengen. Zoeken wij daartoe de verkorting van den relatieven weg, die het gevolg is van het toekennen van afmetingen volgens de richting der relatieve beweging. Denken wij het eene molekuul in rust gebracht, dan hebben wij vroeger het oogenblik van botsing gerekend, als het bewegend molekuul de projectie was van het stilstaand op de richting der in dit geval relatieve beweging; of met andere woorden, als het middelpunt van het bewegend molekuul was aangekomen in een middenvlak loodrecht op de relatieve beweging; en de verkorting van den relatieven weg is dus de een of andere ordinaat van een bolvormig oppervlak, concentrisch met het tot rust gebrachte molekuul en met een straal gelijk aan den diameter van het molekuul — die ordinaat steeds loodrecht staande op het vroeger genoemde middenvlak. Gemiddeld bedraagt die verkorting $\frac{2}{3}s$, gelijk uit den inhoud van den halven bol blijkt, daar de kans, dat een molekuul dat middenvlak zou treffen in zeker punt, voor alle punten even groot is. Maar die $\frac{2}{3}s$ is de verkorting van den relatieven weg, en daarvan komt een gedeelte gelijk aan

$$\sqrt{\frac{u}{(v^2 + u^2 + 2\,u\,v\cos\varphi)}}$$

voor rekening van het botsende molekuul en een gedeelte gelijk aan

$$\sqrt{\frac{u}{(v^2 + u^2 + 2\,u\,v\cos\varphi)}}$$

voor het andere, zoodat dus voor elken stoot, die op het laatste molekuul plaats grijpt een gemiddelde verkorting van den weg gevonden wordt voor het botsende molekuul, gelijk aan

$$\frac{2}{3}s\sqrt{\frac{u}{(v^2 + u^2 + 2\,uv\cos\varphi)}}$$

Dit gesommeerd voor alle botsingen geeft

$$\frac{2}{3}\,s\;\pi\,ns^2\,\frac{4}{\sqrt{\pi}}\int_0^\infty \frac{u^2}{\alpha^2}e^{-\frac{u^2}{\alpha^2}}\frac{du}{\alpha}\int_0^\pi \frac{\sin\varphi\,d\varphi}{2}\int_0^{2\pi}\frac{d\theta}{2\pi}$$

en de waarde van die integraal is

$$\frac{2}{3}\,n\,\pi\,s^3\,\frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}.$$

Daar deze waarde onafhankelijk is van de snelheid v, zal zij voor elk molekuul gelden. Dezelfde waarde zal men ook vinden, als wij voor het tot rust gebrachte molekuul zoeken, hoeveel weg het om het vroeger gevonden aantal botsingen $n\,\pi\,s^2\,\frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}\sqrt{2}$ te ontvangen minder behoeft af te leggen, nu wij de dikte in rekening brengen. Zonder de dikte moest het een weg $\frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}$ afleggen om genoemd aantal botsingen te ontvangen; nu $\frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}} - \frac{2}{3}\,n\,\pi\,s^3\,\frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}$. In omgekeerde reden, waarin die wegen tot elkander staan, zal het aantal botsingen zich verhouden in een gelijken tijd ondervonden. Die verhouding bedraagt

$$\frac{1}{1 - \frac{2}{3}\,n\,\pi\,s^3}$$

of als v het uitwendig volume voorstelt, en b_1 het volume der daarin bevatte molekulen, zooals ik vroeger daarvoor had opgegeven

$$\frac{v}{v - 4b_1}.$$

Clausius vindt voor die verhouding

$$\frac{v}{v - 8b_1}.$$

§ 8. Misschien is het niet van nut ontbloot na te gaan, op welke wijze clausius tot zijn uitkomst komt, en te zien wat aanleiding geeft tot het vinden van den factor 8. Clausius denkt zich één bewegend molekuul, en de anderen in rust. Dat bewegende molekuul herleidt hij tot een punt, terwijl hij de anderen tweemaal zoo grooten straal geeft. Dan beweegt zich een punt in een ruimte, die met 8 maal het volume der molekulen verminderd is. En werkelijk, als het geval zich zoo voordeed, dat een molekuul zich beweegt te midden van *vaststaande*, na den stoot ook nog *stilstaande* molekulen, dan was de uitkomst van clausius gewettigd. Maar op twee verschillende wijzen kan men inzien, dat voor het geval, zooals het zich in de werkelijkheid voordoet, slechts de helft van 8 zal moeten genomen worden. Vooreerst, als wij bedenken, dat bij een stoot, als beide molekulen bewegen, wat natuurlijk het gewone geval is, de verkorting van den weg, zooals clausius die beschouwt, niet geheel op rekening van een der beide molekulen mag geschoven worden; dat dus wat clausius aan een molekuul toeschrijft voor 2 samen geldt. En ten tweede — zelfs al rekenden wij alle molekulen voor een oogenblik stil te staan op een enkel na, dat wij lieten bewegen, dan nog zullen wij de helft van 8 vinden, als wij nl. de molekulen niet bovendien nog als *vaststaande* beschouwen; en nu moge het al geoorloofd zijn de molekulen voor een oogenblik stil te laten staan, wij mogen dan toch niet zonder krachten aan te brengen, die de zaak geheel van aard zouden doen veranderen, ze ook als *vast* denken, waarbij zij op een andere wijze de wetten van terugkaatsing zouden volgen, dan als wij na ze de beweging ontnomen te hebben ten minste de bewegelijkheid nog

toelaten. Laten wij de stilstaande molekulen hun bewegelijkheid, dan zal een botsend molekuul na den stoot zich bewegen volgens een raaklijn aan het punt waar het stilstaand molekuul getroffen werd. Immers de normale component der snelheid wordt door het stilstaande molekuul geheel overgenomen; alleen de tangentieele component blijft behouden. Daaruit volgt dat aan het begin van elken nieuwen weg geen afstand door de botsing verloren gaat, terwijl volgens CLAUSIUS voorstelling zoowel bij het begin als bij het eind een zekere weg zou verloren gaan. Vandaar dan ook, dat CLAUSIUS het dubbel vindt van wat gevonden moest worden.

§ 9. Vatten wij den inhoud samen, dan is gebleken:

a. dat MAXWELL terecht voor de verhouding tusschen het aantal botsingen, dat een molekuul ontvangt, als het zich beweegt door bewegende of te midden van in rust gedachte molekulen, de waarde $\sqrt{2}$ geeft, als wij de afmeting der molekulen verwaarloozen volgens de richting der relatieve beweging.

b. dat zoo wij die afmeting in rekening brengen het aantal botsingen voor een bewegend molekuul te midden van bewegende molekulen nog vermenigvuldigd moet worden met $\frac{v}{v - 4\, b_1}$. Het gemiddeld aantal botsingen bedraagt dus per sekonde voor elk molekuul, als α de meest-voorkomende snelheid is, en A dat gedeelte van het schijnbaar volume dat door de molekulen wordt ingenomen:

$$N = n\, \pi\, s^2\, \frac{2\, \alpha \sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{1}{1 - 4\, A}$$

of als wij de gemiddelde snelheid uit de levende kracht berekend V noemen

$$N = n\, \pi\, s^2 \frac{4}{3}\, V \sqrt{\frac{3}{\pi}} \cdot \frac{1}{1 - 4\, A}.$$

c. dat de waarde, die CLAUSIUS (POGG. *Ann.* Ergänz. Band VII Stück 2 pag. 250) voor den gemiddelden weg tusschen 2 botsingen opgeeft, nl. „Die mittlere Weglänge eines Mole„cüls verhält sich zu einem Achtel seines Durchmessers wie

„der von den Wirkungs-sphären der Molecüle frei gelassene „Theil des Raumes zu dem Theile des Raumes, welcher von „Wirkungs-sphären der Molecüle wirklich ausgefüllt wird" in twee opzichten onjuist is. Volgens CLAUSIUS is

$$\frac{l}{\frac{1}{8}s} = \frac{v(1 - 8A)}{b_1}$$

Hier is gevonden:

$$\frac{l}{\frac{1}{8}s} = \frac{v(1 - 4A)}{b_1 \frac{3}{4} \sqrt{2}.}$$

Deze formule moet slechts gelden, zoolang de kans, dat meer dan 2 molekulen tegelijk botsen, gelijk 0 mag gerekend worden met betrekking tot de kans dat slechts twee met elkander in botsing komen. Terwijl daarenboven ondersteld is, dat het volume van een molekuul door den stoot geen verandering ondergaat, of als die plaats heeft, die verandering onafhankelijk is van de snelheid van het botsende molekuul.

'*s Hage,* 17 Dec. 1875.

OVER HET

AANTAL BOTSINGEN EN DEN GEMIDDELDEN BOTSINGS-AFSTAND

IN GASMENGSELS.

DOOR

J. D. VAN DER WAALS.

---

§ 1. Laat een volume, gelijk aan de eenheid, twee soorten van molekulen bevatten. De eerste groep, die wij de groep A zullen noemen, zij bepaald door de waarde α voor de snelheid, die het meest bij hen voorkomt, of door $\frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}$ voor de gemidddelde snelheid, of $\alpha\sqrt{\frac{3}{2}}$ voor de middenwaarde van het kwadraat hunner snelheden. Diezelfde grootheden zijn voor de groep B gelijk aan β, $\frac{2\beta}{\sqrt{\pi}}$ en $\beta\sqrt{\frac{3}{2}}$. Het aantal molekulen der groep A zij n en der groep B zij n_1 — dan stellen wij ons voor het aantal botsingen te bepalen, dat elk der molekulen ondergaat (*a*) van de molekulen van zijn eigen stelsel, (*b*) van die van het andere stelsel; en verder de gemiddelde lengte van den weg te bepalen, die tusschen twee opvolgende botsingen wordt afgelegd, ook met inachtneming van de afmeting volgens de richting der betrekkelijke beweging. Met verwaarloozing van die afmeting is die vraag reeds behandeld geworden door MAXWELL in zijn beroemd geworden verhandeling (Phil. Mag. XIX). Het in rekening brengen van die afmeting maakte een eenigszins afwijkende wijze van behandeling noodzakelijk.

§ 2. Kiezen wij een molekuul der groep A. Daar wij weder mogen aannemen, *) dat voor elke richting door een willekeurig punt gaande, de wet der snelheden dezelfde is, zal, wat ook overigens de waarde van α en β voor elk der stelsels bepaalt, het aantal molekulen der groep A, dat een snelheid heeft tusschen v en $v + dv$, door de wet van MAXWELL gegeven worden, nl.

$$n \frac{4}{\sqrt{\pi}} \frac{v^2}{\alpha^2} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{dv}{\alpha}.$$

Noemen wij u de snelheid der andere molekulen van het zelfde stelsel, dan zal, zooals vroeger is aangetoond, het aantal stooten, dat een molekuul der groep A van de molekulen van zijn eigen stelsel ontvangt door de volgende integraal gegeven worden.

$$N_{11} = n \pi s^2 \int_0^\infty \frac{4}{\sqrt{\pi}} \frac{v^2}{\alpha^2} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{dv}{\alpha} \int_0^\infty \frac{4}{\sqrt{\pi}} \frac{u_2}{\alpha^2} e^{-\frac{u^2}{\alpha^2}} \frac{du}{\alpha} \times$$

$$\int_0^\pi \sqrt{v^2 + u^2 + 2\,u\,v \cos\varphi}\; \frac{\sin\varphi\; d\varphi}{2} \int_0^{2\pi} \frac{d\theta}{2\pi}$$

of

$$N_{11} = n \pi s^2 \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}} \sqrt{2}.$$

§ 3. Op soortgelijke wijze wordt aangetoond, dat het aantal stooten, dat een molekuul der groep A van de molekulen der groep B ontvangt, wordt aangegeven door:

$$N_{12} = n_1 \pi \left(\frac{s + s_1}{2}\right)^2 \int_0^\infty \frac{4}{\sqrt{\pi}} \frac{v^2}{\alpha^2} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{dv}{\alpha} \int_0^\infty \frac{4}{\sqrt{\pi}} \frac{u^2}{\beta^2} e^{-\frac{u^2}{\beta^2}} \frac{du}{\beta} \times$$

$$\int_0^\pi \sqrt{v^2 + u^2 + 2\,uv \cos\varphi}\; \frac{\sin\varphi\; d\varphi}{2} \int_0^{2\pi} \frac{d\theta}{2\pi}.$$

*) Zie een vorig opstel over den botsings-afstand in een homogeen gas.

Deze integraal wordt teruggebracht tot:

$$n_1\,\pi\left(\frac{s+s_1}{2}\right)^2\int\limits_0^{\infty}\frac{4}{\sqrt{\pi}}\,\frac{v^2}{\alpha^2}\,e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}}\frac{dv}{\alpha}\times$$

$$\left\{\int\limits_0^{v}\frac{4}{\sqrt{\pi}}\,\frac{u^2}{\beta^2}e^{-\frac{u^2}{\beta^2}}\frac{du}{\beta}\left(v+\frac{u^2}{3v}\right)+\int\limits_v^{\infty}\frac{4}{\sqrt{\pi}}\,\frac{u^2}{\beta^2}e^{-\frac{u^2}{\beta^2}}\frac{du}{\beta}\left(u+\frac{v^2}{3u}\right)\right\}$$

Zoeken wij de waarde van elk der twee gedeelten van N_{12}, bijv. van het eerste gedeelte:

$$\int\limits_0^{\infty}\frac{v^2}{\alpha^2}\,e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}}\frac{dv}{\alpha}\int\limits_0^{v}\frac{u^2}{\beta^2}\,e^{-\frac{u^2}{\beta^2}}\frac{du}{\beta}\left(v+\frac{u^2}{3v}\right).$$

Daartoe voeren wij twee nieuwe veranderlijken in, gegeven door de vergelijkingen $u=\beta x$ en $v=\alpha y$; de grenzen voor x worden $x_1=0$ en $x_2=\frac{\alpha}{\beta}y$, en de grenzen van y van 0 tot ∞.

Wij verkrijgen dan:

$$\int\limits_0^{\infty}y^2\,e^{-y^2}\,dy\int\limits_0^{\frac{\alpha}{\beta}y}x^2\,e^{-x^2}\left(\alpha y+\frac{\beta^2\,x^2}{3\,\alpha\,y}\right)\,dx.$$

Nemen wij twee onderling loodrechte assen, waar langs wij x en y als coördinaten uitgezet denken, dan kunnen wij de laatste integraal als een lichamelijken inhoud beschouwen, begrepen tusschen het XY-vlak en een oppervlak, dat tot vergelijking heeft:

$$z=y^2\,e^{-y^2}\,x^2\,e^{-x^2}\left(\alpha y+\frac{\beta^2\,x^2}{3\,\alpha\,y}\right).$$

Door het invoeren van polaire coördinaten, door $x=r\cos\psi$ en $y=r\sin\psi$ te stellen, vinden wij:

$$z=r^5\,e^{-r^2}\left(\alpha\sin^2\psi\cos^2\psi+\frac{\beta^2}{3\alpha}\cos^4\psi\right)\sin\psi.$$

De grenzen voor x, n.l. 0 en $\frac{\alpha}{\beta}y$, toonen aan, dat de integraal zich moet uitstrekken boven deelen van het XY-vlak, liggende tusschen de Y-as en een lijn, waarvan de vergelijking is:

$$y = \frac{\beta}{\alpha}x.$$

Hieruit vinden wij de grenzen van ψ, n.l. $\psi_1 = \mathrm{B}g\,tg\,\frac{\beta}{\alpha}$ en $\psi_2 = \frac{\pi}{2}$; terwijl de grenzen van y van 0 tot ∞ aantoonen, dat r eveneens van 0 tot ∞ zal moeten genomen worden. Wij hebben dus te bepalen:

$$\int_0^\infty r^6 e^{-r^2} dr \int_{\mathrm{B}g\,tg\frac{\beta}{\alpha}}^{\frac{\pi}{2}} \left(\alpha \sin^2 \psi \cos^2 \psi + \frac{\beta^2}{3\alpha} \cos^4 \psi\right) \sin \psi d\psi.$$

Door substitutie van $\psi' = \frac{\pi}{2} - \psi$, neemt het den vorm aan:

$$\int_0^\infty r^6 e^{-r^2} dr \int_0^{\mathrm{B}g\,\sin\frac{\alpha}{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}} \left(\alpha \sin^2 \psi' \cos^2 \psi' + \frac{\beta^2}{3\alpha} \sin^4 \psi'\right) \cos \psi' d\psi'$$

en dus gelijk aan:

$$\frac{15}{16}\sqrt{\pi} \cdot \frac{2}{15\sqrt{\alpha^2+\beta^2}} \cdot \frac{\alpha^6+3\alpha^4\beta^2}{(\alpha^2+\beta^2)^2} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{2\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}{\sqrt{\pi}} \frac{\alpha^6+3\alpha^4\beta^2}{(\alpha^2+\beta^2)^3}$$

Op gelijke wijze vinden wij voor het andere gedeelte van $N_{1,2}$ n.l. voor

$$\int_0^\infty \frac{v^2}{\alpha^2} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{dv}{\alpha} \int_v^\infty \frac{u^2}{\beta^2} e^{-\frac{u^2}{\beta^2}} \frac{du}{\beta} \left(u + \frac{v^2}{3u}\right)$$

de waarde

$$\frac{\pi}{16} \cdot \frac{2\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}{\sqrt{\pi}} \frac{3\alpha^2\beta^4 + \beta^6}{(\alpha^2+\beta^2)^3}$$

of

$$N_{12} = n_1 \pi \left(\frac{s + s_1}{2}\right)^2 \cdot \frac{2\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{\sqrt{\pi}}.$$

§ 4. Wij vinden dus voor elk molekuul der groep A, bij verwaarloozing der afmeting volgens de relatieve beweging per sekonde een aantal botsingen gelijk aan

$$N_1 = n \pi s^2 \frac{2\alpha\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} + n_1 \pi \left(\frac{s + s_1}{2}\right)^2 \frac{2\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{\sqrt{\pi}}$$

en voor elk molekuul der groep B

$$N_2 = n_1 \pi s_1^2 \frac{2\beta\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} + n \pi \left(\frac{s + s_1}{2}\right)^2 \frac{2\sqrt{\alpha + \beta^2}}{\sqrt{\pi}}.$$

En de gemiddelde weg tusschen twee botsingen voor een molekuul der groep A is in die onderstelling gegeven door

$$\frac{1}{l_1} = n \pi s^2 \sqrt{2} + n_1 \pi \left(\frac{s + s_1}{2}\right)^2 \sqrt{\frac{\alpha^2 + \beta^2}{\alpha^2}}$$

en voor die van groep B

$$\frac{1}{l_2} = n_1 \pi s_1^2 \sqrt{2} + n \pi \left(\frac{s + s_1}{2}\right)^2 \sqrt{\frac{\alpha^2 + \beta^2}{\beta^2}}.$$

Het totaal aantal botsingen in een sekonde bedraagt voor de molekulen der eerste groep onderling $\frac{1}{2} n^2 \pi s^2 \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}} \sqrt{2}$, voor die der tweede groep onderling $\frac{1}{2} n_1^2 \pi s_1^2 \frac{2\beta}{\sqrt{\pi}} \sqrt{2}$. Het aantal botsingen der ongelijksoortige molekulen bedraagt $n n_1 \pi \left(\frac{s + s_1}{2}\right)^2 \frac{2\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{\sqrt{\pi}}$.

Wil men weten, hoeveel malen per sekonde een nieuwe weg begint, dan moet het dubbel der vorige grootheden genomen worden.

§ 5. Wij zullen er nu toe over gaan den invloed te bepalen op deze grootheden, als wij de afmeting volgens de betrekkelijke beweging in rekening brengen. Daartoe zullen wij moeten bepalen, hoeveel weg er in dat geval minder moet afgelegd worden voor hetzelfde aantal botsingen, dan bij verwaarloozing dier afmeting. Gaan wij dit na voor de botsingen der ongelijksoortige molekulen. Bij elken stoot behoeft er dan gemiddeld een relatieve weg gelijk aan $\frac{2}{3}\,\frac{s+s_1}{2}$ minder afgelegd te worden. Voor het eene molekuul bedraagt dus de verkorting van den weg voor elken stoot

$$\frac{2}{3}\,\frac{s+s_1}{2}\cdot\frac{v}{\sqrt{v^2+u^2+2uv\cos\varphi}},$$

voor het andere

$$\frac{2}{3}\,\frac{s+s_1}{2}\,\frac{u}{\sqrt{v^2+u^2+2uv\cos\varphi}}.$$

Voor een aantal stooten gelijk aan

$$nn_1\pi\left(\frac{s+s_1}{2}\right)^2\int\frac{4\ v^2}{\sqrt{\pi}\,\alpha^2}e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}}\frac{dv}{\alpha}\int\frac{4\ u^2}{\sqrt{\pi}\beta^2}e^{-\frac{u^2}{\beta^2}}\frac{du}{\beta}\sqrt{v^2+u^2+2uv\cos\varphi}$$

bedraagt dus de gezamenlijke verkorting

$$\frac{2}{3}\,n\,n_1\,\pi\left(\frac{s+s_1}{2}\right)^3\frac{2\,(\alpha+\beta)}{\sqrt{\pi}}.$$

Zoeken wij die verkorting voor de botsingen der molekulen van groep A onderling, dan vinden wij $\frac{2}{3}\cdot\frac{1}{2}\,n^2\,\pi\,s^3\,\frac{4\alpha}{\sqrt{\pi}}$, en voor die van groep B onderling $\frac{2}{3}\cdot\frac{1}{2}\,{n_1}^2\,\pi\,{s_1}^2\,\frac{4\beta}{\sqrt{\pi}}$. Terwijl er dus bij verwaarloozing der dikte voor het toen bepaalde aantal botsingen een gezamenlijke weg gelijk aan $n\,\frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}+n_1\,\frac{2\beta}{\sqrt{\pi}}$

moest afgelegd worden, behoeft er bij inachtneming dier dikte slechts een weg gelijk aan

$$n\frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}+n_1\frac{2\beta}{\sqrt{\pi}}-\frac{2}{3}\cdot\frac{1}{2}n^2\pi s^3\frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}-\frac{2}{3}\cdot\frac{1}{2}n\ \pi s\ \frac{2\beta}{\sqrt{\pi}}-\frac{2}{3}nn_1\pi\left(\frac{s+s_1}{2}\right)^3\frac{2(\alpha+\beta)}{\sqrt{\pi}}$$

te worden afgelegd om hetzelfde aantal botsingen te doen plaats grijpen. Dus in minder tijd hetzelfde aantal botsingen of in 1 sekunde een aantal botsingen gelijk aan

$$\frac{\frac{1}{2}n^2\pi s^3\frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}\sqrt{2}+nn_1\pi\left(\frac{s+s^1}{2}\right)^2\frac{2\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}{\sqrt{\pi}}+\frac{1}{2}n_1{}^2\pi s_1{}^2\frac{2\beta}{\sqrt{\pi}}\sqrt{2}}{1-\frac{2}{3}n\pi s^3\frac{n\alpha}{n\alpha+n_1\beta}-\frac{2}{3}n_1\pi s_1{}^3\frac{n_1\beta}{n\alpha+n_1\beta}-\frac{2}{3}nn_1\pi\left(\frac{s+s_1}{2}\right)^3\frac{\alpha+\beta}{n\alpha+n_1\beta}}.$$

Voor $s=s_1$ gaat de noemer over in $1-\frac{2}{3}(n+n_1)\pi s^3$, en bij verschil in de waarde van s en s_1 zal $1-\frac{2}{3}n\pi s^3-\frac{2}{3}n_1\pi s_1{}^3$ als benaderde waarde kunnen gelden, dus het volume verminderd met 4 malen het volume der molekulen.

§ 6. Op de volgende wijze kan gevonden worden, aan welke voorwaarde de waarden van α en β moeten voldoen, opdat de twee stelsels in den stationairen toestand kunnen verkeeren, waarin wij ze ondersteld hebben.

Als twee molekulen met de massa m en m_1 botsen, en hun snelheden v en u met de normaal op het gemeenschappelijk raakvlak hoeken φ en ψ maken, dan zal volgens de eigenschappen van volkomen veerkrachtige botsende lichamen, de snelheid na de botsing gevonden worden, bijv. voor het molekuul met de massa m door de vergelijking:

$$v'^2=v^2-\frac{4m_1}{(m+m_1)^2}\left[mv^2\cos^2\varphi-m_1u^2\cos^2\psi-(m-m_1)uv\cos\varphi\cos\psi\right].$$

Bij elke botsing dus van een molekuul der groep A met een van groep B verliest het eerste molekuul een hoeveelheid levende kracht.

$$V = \frac{2\,m\,m_1}{(m+m_1)^2}\left\{m\,v^2 \cos^2 \varphi - m_1 u^2 \cos^2 \psi - (m-m_1)\,uv \cos\varphi \cos\psi\right\}$$

Onderzoeken wij, wat de gemiddelde waarde van deze uitdrukking wordt, als wij bij gegeven waarde van u en v, aan φ en ψ de hun in dat geval mogelijke waarden toekennen. Natuurlijk zouden wij een fout begaan, als wij alle richtingen van u en v met de normaal op het raakvlak bij de botsing als even waarschijnlijk rekenden. Behalve van de grootte van u en v zal de middenwaarde van V afhangen van den hoek, die beider richtingen met elkander maken. Wij kunnen die middenwaarde op de volgende wijze vinden; een eenvoudige figuur, waarvan wij de constructie echter aan den lezer overlaten, zij ons daarbij behulpzaam. Trekken wij uit zeker punt O, de lijnen OA en OB die den hoek θ insluiten. Nemen wij OA $= v$ en OB $= u$, zoodat die lijnen in richting en grootte de snelheden der botsende molekulen voorstellen. Trekken wij uit B de lijn BC evenwijdig en gelijk aan v, maar in tegengestelden zin, dan zal OC de betrekkelijke beweging van het tweede molekuul ten opzichte van het eerste voorstellen. Denken wij om O een bolvormig oppervlak geconstrueerd, met een middenvlak loodrecht op de betrekkelijke beweging, dan zal slechts de eene helft van dat bolvormig oppervlak punten bevatten, die, met O vereenigd, mogelijke standen van de normaal van de botsing aangeven, ten minste zoo lang u en v en θ onveranderd blijven. Die punten liggen over dat halve bolvormige oppervlak zoodanig verdeeld, dat hunne projectiën op genoemd middenvlak gelijkmatig verspreid liggen.

Nemen wij nu het punt, waar de betrekkelijke beweging den bol snijdt tot pool, en het door u en v gebrachte vlak tot eerste meridiaan, de poolsafstand γ en de lengte δ noemende, dan wordt de kans dat de normaal bij de botsing den stand (γ, δ) inneemt, voorgesteld door

$$\sin\gamma\, d\, \sin\gamma\, d\delta$$

en wij hebben dus te bepalen

$$\int_0^{2\pi} d\delta \int_0^1 \frac{2\,m\,m_1}{(m+m_1)^2}\left[mv^2\cos^2\varphi - m_1 u^2 \cos^2\psi - (m-m_1)uv\cos\varphi\cos\psi\right]\sin\gamma\, d \sin\gamma$$

wat wij niet doen kunnen, dan na alvorens φ en ψ in γ en δ te hebben uitgedrukt. Noemen wij daartoe de punten, waarin de lijnen OA, OB en OC den bol snijden a, b en c; verder de bogen ac en bc α en β, dan vinden wij uit den spherischen driehoek tusschen a, c en eenig punt P van den bol, waarheen wij de normaal juist gericht denken,

$$\cos\varphi = \cos\alpha\cos\gamma + \sin\alpha\sin\gamma\cos\delta$$

en evenzoo

$$\cos\psi = \cos\beta\cos\gamma + \sin\beta\sin\gamma\cos\delta.$$

Deze waarden in vorenstaande integraal gesubstitueerd, vindt men, daar

$$\int_0^1 \sin\gamma\, d\sin\gamma \int_0^{2\pi} \cos^2\varphi\, d\delta = \frac{\pi}{4}\,(2 - \sin^2\alpha)$$

$$\int_0^1 \sin\gamma\, d\sin\gamma \int_0^{2\pi} \cos^2\psi\, d\delta = \frac{\pi}{4}\,(2 - \sin^2\beta)$$

$$\int_0^1 \sin\gamma d\sin\gamma \int_0^{2\pi} \cos\varphi\cos\psi d\delta = \frac{\pi}{4}(2\cos\alpha\cos\beta + \sin\alpha\sin\beta) = \frac{\pi}{4}(2\cos\theta - \sin\alpha\sin\beta)$$

$$\pi\frac{mm_1}{(m+m_1)^2}\left\{\left[mv^2 - m_1u^2 - (m-m_1)\,uv\cos\theta\right] - \right.$$
$$\left. - \frac{1}{2}\left[mv^2\sin^2\alpha - m_1u^2\sin^2\beta - (m-m_1)uv\sin\alpha\sin\beta\right]\right\}$$

Deze uitdrukking wordt, daar

$$mv^2\sin^2\alpha - m_1u^2\sin^2\beta - (m-m_1)\,uv\sin\alpha\sin\beta = 0$$

is, vereenvoudigd tot

$$\pi\,\frac{m\,m_1}{(m+m_1)^2}\left\{mv^2 - m_1u^2 - (m-m_1)\,uv\cos\theta\right\}.$$

Daar de kans, dat in den tijd dt een molekuul den eerste groep met een snelheid v, botst tegen een der 2[de] groep met een snelheid u, terwijl die snelheden den hoek θ insluiten, volgens het voorgaande gelijk is aan

$$dtn_1\pi\left(\frac{s+s_1}{2}\right)^2\frac{4}{\sqrt{\pi}}\frac{v^2}{\alpha^2}e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}}\frac{dv}{\alpha}\frac{4}{\sqrt{\pi}}\frac{u^2}{\beta^2}e^{-\frac{u^2}{\beta^2}}\frac{du}{\beta}\sqrt{v^2+u^2-2uv\cos\theta}\frac{\sin\theta d\theta}{2}$$

hebben wij nog, als wij willen zoeken dat gemiddelde verlies aan levende kracht van een molekuul van groep A, de waarde te bepalen van

$$\int_0^\infty\frac{4}{\sqrt{\pi}}\frac{v^2}{\alpha^2}e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}}\frac{dv}{\alpha}\int_0^\infty\frac{4}{\sqrt{\pi}}\frac{u^2}{\beta^2}e^{-\frac{u^2}{\beta^2}}\frac{du}{\beta}\int_0^\pi\sqrt{(v^2+u^2-2uv\cos\theta)}\frac{\pi m m_1}{(m+m_1)^2}\times$$

$$\left\{mv^2-m_1u^2-(m-m_1)\,uv\cos\theta\right\}\frac{\sin\theta\,d\theta}{2}.$$

Deze integraal laat zich op soortgelijke wijze vinden, als wij hiervoor reeds gevolgd zijn.

In enkele trekken zullen wij den loop der bewerking en de volgorde der uitkomsten vinden.

Wij zullen weder moeten onderscheiden het geval $v > u$ en $v < u$.

Is $v > u$, dan levert de integratie naar θ

$$\frac{\pi}{2}\frac{m m_1}{(m+m_1)^2}\left\{2m\left(v^3+\frac{2}{3}vu^2-\frac{1}{15}\frac{u^4}{v}\right)-\frac{8}{3}m_1\left(vu^2+\frac{1}{5}\frac{u^4}{v}\right)\right\}$$

Is $v < u$ daarentegen

$$\frac{\pi}{2}\frac{m m_1}{(m+m_1)^2}\left\{\frac{8}{3}m\left(uv^2+\frac{1}{5}\frac{v}{u}\right)-2m_1\left(u^3+\frac{2}{3}uv^2-\frac{1}{15}\frac{v^4}{u}\right)\right\}$$

Voor $v > u$ moet dus gezocht worden

$$\int_0^\infty\frac{v^2}{\alpha^2}e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}}\frac{dv}{\alpha}\int_0^v\frac{u^2}{\beta^2}e^{-\frac{u^2}{\beta^2}}\frac{du}{\beta}\left\{2m\left(v^3+\frac{2}{3}vu^2-\frac{1}{15}\frac{u^4}{v}\right)-\frac{8}{3}m_1\left(vu^2+\frac{1}{5}\frac{u^4}{v}\right)\right\}$$

Voor $v < u$ daarentegen

$$\int_0^\infty \frac{v^2}{\alpha^2} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{dv}{\alpha} \int_v^\infty \frac{u^2}{\beta^2} e^{-\frac{u^2}{\beta^2}} \frac{du}{\beta} \left\{ \frac{8}{3} m \left(uv^2 + \frac{1}{5} \frac{v^4}{u} \right) - 2m_1 \left(u^3 + \frac{2}{3} uv^2 - \frac{1}{15} \frac{v^4}{u} \right) \right\}$$

Na in de eerste dezer integralen $v = \alpha x$ en $u = \beta y$, en daarna $x = r \cos\varphi$ en $y = r \sin\varphi$ te substueeren, wordt zij

$$\int_0^\infty r^8 e^{-r^2} dr \int_0^{\frac{\alpha}{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}} \sin^2\varphi \left\{ 2m \left(\alpha^3 \cos^4\varphi + \frac{2}{3} \alpha\beta^2 \cos^2\varphi \sin^2\varphi - \frac{1}{15} \frac{\beta^4}{\alpha} \sin^4\varphi \right) \right.$$

$$\left. - \frac{8}{3} m_1 \left(\alpha \beta^2 \cos^2\varphi \sin^2\varphi + \frac{1}{5} \frac{\beta^4}{\alpha} \sin^4\varphi \right) \right\} d \sin\varphi.$$

Die zelfde substituties herleiden de andere tot

$$-\int_0^\infty r^8 e^{-r^2} dr \int_0^{\frac{\beta}{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}} \sin^2\psi \left\{ 2m_1 \left[\beta^3 \cos^4\psi + \frac{2}{3} \beta\alpha^2 \sin^2\psi \cos^2\psi - \frac{1}{15} \frac{\alpha^4}{\beta} \sin^4\psi \right] \right.$$

$$\left. - \frac{8}{3} m \left(\beta \alpha^2 \cos^2\varphi \sin^2\psi + \frac{1}{5} \frac{\alpha^4}{\beta} \sin^4\psi \right) \right\} d \sin\psi.$$

De waarde van de eerste dezer integralen is gelijk aan

$$\int_0^\infty r^8 e^{-r^2} dr \left\{ \frac{16\, m\, \alpha^2}{105 \sqrt{(\alpha^2+\beta^2)}^7} \left[\alpha^8 + 4\alpha^6 \beta^2 + 6\, \alpha^4 \beta^4 \right] - \right.$$

$$\left. - \frac{16\, m_1\, \beta^2}{105 \sqrt{\alpha^2+\beta^2}^7} \left[\alpha^8 + 4\, \alpha^6 \beta^2 \right] \right\}.$$

De waarde der tweede wordt gevonden door α en β, m en m_1 met elkander te verwisselen in de eerste en ze negatief te nemen, dus

$$\int_0^\infty r^8 e^{-r^2} dr \left\{ \frac{16\, m\, \alpha^2}{105 \sqrt{\alpha^2+\beta^2}^7} \left[\beta^8 + 4\beta^6 \alpha^2 \right] - \right.$$

$$\left. - \frac{16\, m_1\, \beta^2}{105 \sqrt{\alpha^2+\beta^2}^7} \left[\beta^8 + 4\beta^6 \alpha^2 + 6\, \alpha^4 \beta^4 \right] \right\}.$$

De som levert

$$\int_0^\infty r^8 e^{-r^2} dr \, \frac{16}{105} \frac{m\alpha^2 - m_1\beta^2}{\sqrt{(\alpha^2+\beta^2)}^7}\left[\alpha^8 + 4\alpha^6\beta^2 + 6\alpha^4\beta^4 + 4\alpha^2\beta^6 + \beta^8\right]$$

of

$$\int_0^\infty r^8 e^{-r^2} d\, r \, \frac{16}{105} \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 +} \left\{ m\,\alpha^2 - m_1\,\beta^2 \right\}.$$

Het verlies aan levende kracht voor een molekuul der groep A tengevolge zijner botsingen met de molekulen van groep B, bedraagt dus in den tijd dt

$$d\,t\,n_1\,\pi \left(\frac{s+s_1}{2}\right)^2 . \frac{2\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}{\sqrt{\pi}} . \,\pi \frac{2\,m\,m_1}{(m+m_1)^2}\left(m\,\alpha^2 - m_1\,\beta^2\right)$$

of

$$d\,t\,N_{12} \;\; 2\,\pi \frac{m\,m_1}{(m+m_1)^2} \left(m\,\alpha^2 - m_1\,\beta^2\right).$$

Stellen wij de middenwaarde der levende kracht van de molekulen van groep A door $\frac{1}{2}\,\overline{m\,v^2}$ en van groep B door $\frac{1}{2}\,\overline{m_1\,v_1^2}$ voor, dan wordt de laatst gevonden uitdrukking

$$d\,t\,N_{12} \;\; \frac{4}{3}\,\pi \frac{m\,m_1}{(m+m_1)^2} \left(\overline{m\,v^2} - \overline{m_1\,v_1^2}\right).$$

Voor het doen voortduren van den ondersteldeu stationairen toestand is dus noodig en voldoende, dat de gemiddelde levende kracht van een molekuul der beide stelsels gelijk zij.

's Hage, 29 December 1875.

OVER DE BEREKENING

VAN DEN

GEMIDDELDEN BOTSINGSAFSTAND DER GAS-MOLECULEN,

MET IN ACHTNEMING VAN AL HUNNE AFMETINGEN.

DOOR

D. J. KORTEWEG.

§ 1. De gemiddelde botsingsafstand der moleculen is door CLAUSIUS (POGG. *Annal.* S. 353. Bd. 100) berekend onder de volgende onderstellingen;

1°. dat de beweging der moleculen naar alle richtingen evenzeer plaats hebbe:

2°. dat de afmetingen der moleculen klein blijven in vergelijking met hunne onderlinge afstanden;

3°. dat hunne snelheden onderling gelijk zijn.

Bij deze berekening en bij die van MAXWELL zijn zooals door VAN DER WAALS in zijn akademisch proefschrift „over de continuïteit van den gas- en vloeistoftoestand" is opgemerkt, wel de afmetingen der moleculen loodrecht *op* de richting hunner betrekkelijke beweging, maar niet die *in* de richting dier beweging in rekening gebracht.

In het volgende nu wenschen wij eene poging te wagen om èn de derde aangevoerde beperkende omstandigheid te laten vervallen, èn de moleculen als bollen in rekening te brengen.

§ 2. Indien de verschillende moleculen verschillende snelheden bezitten, dan is het aantal per eenheid van volume van

diegenen, wier snelheden kleiner zijn dan eene gegeven snelheid v, eene functie van die snelheid v. Stellen wij deze functie voor met U_v dan wijst U_∞ het geheele aantal moleculen in de eenheid van volume vervat, aan. Voor U_∞ schrijven wij evenwel U.

Het aantal moleculen wier snelheid gelegen is tusschen v en $v + dv$ bedraagt voorts:

$$U_{v+dv} - U_v = dU_v \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Nemen wij vervolgens een rechthoekig onbewegelijk assenstelsel aan en noemen wij ε de hoek die de snelheid van eenig molecuul met het negatieve gedeelte van de X-as maakt, dan zal het aantal moleculen waarbij die hoek tusschen ε en $\varepsilon + d\varepsilon$ gelegen is, en wier snelheid tevens tusschen v en $v + dv$ ligt, bedragen:

$$\frac{\sin \varepsilon \;.\; dU_v \;.\; d\varepsilon}{2}; \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

immers denken wij ons alle moleculen wier snelheid tusschen v en $v + dv$ ligt verplaatst naar een enkel punt van de ruimte met behoud van grootte en richting hunner snelheden en beschrijven wij om dit punt heen een bol met de eenheid tot straal, dan zullen volgens de eerste onderstelling van § 1 op ieder punt van dit boloppervlak evenveel moleculen uittreden, alzoo op de eenheid van oppervlak:

$$\frac{dU_v}{4\pi} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

Alle moleculen echter wier bewegings-richtingen hoeken tusschen ε en $\varepsilon + d\varepsilon$ met de negatieve X-as maken, verlaten het boloppervlak op het oppervlak eener bolvormige schijf, welke tot hoogte heeft:

$$\sin \varepsilon \;.\; d\varepsilon \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$

dus tot vlakte-inhoud:

$$2\pi \sin \varepsilon \;.\; d\varepsilon. \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

Hun aantal wordt derhalve door de formule (2) naar behooren aangewezen.

Brengt men eindelijk door de X-as een vlak evenwijdig met de bewegingsrichting van het molecuul en stelt men den hoek welke dit vlak met het XOZ-vlak maakt voor met ψ, dan is het duidelijk, dat het aantal moleculen 't welk behalve aan de beide voorafgaande voorwaarden ook nog daaraan voldoet dat deze laatste hoek ligt tusschen ψ en $\psi + d\psi$, wordt aangewezen door:

$$\frac{\sin \varepsilon \,.\, d\,U_v \,.\, d\varepsilon \,.\, d\psi}{4\pi} \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

Zulk eene verzameling moleculen nu, met elkander in grootte en richting der snelheid op de eerste differentiaal na overeenstemmende geven wij den naam van het stelsel (v, ε, ψ).

§ 3. Beschouwen wij thans eenig molecuul M, 't welk zich met de snelheid c in eene of andere richting voortbeweegt en vragen wij naar de waarschijnlijkheid dat dit molecuul in den korten tijd dt in botsing geraakt. Duidelijk is het dan — blijkens de eerste onderstelling van § 1 — dat wij zijne bewegingsrichting met de X-as mogen laten samenvallen, zonder dat daardoor de gevraagde waarschijnlijkheid zal gewijzigd worden. Even duidelijk is het dat wij het molecuul M tot een enkel punt mogen terugbrengen, *mits* wij alle overige moleculen den dubbelen straal geven, d. w. z. indien vroeger ϱ hunne middellijn voorstelde geven wij ze thans ϱ tot straal. Immers eene botsing heeft plaats zoodra het middelpunt M van het gegeven molecuul met het oppervlak van een dezer vergroote bollen in aanraking komt. Voorts kunnen wij het punt M in rust brengen mits wij de absolute beweging der overige moleculen vervangen door hunne betrekkelijke beweging ten opzichte van M. Eindelijk voeren wij eene onderstelling in waarvan de onjuistheid duidelijk is en waarop wij dus terug zullen moeten komen. Wij vervangen namelijk de bolvormige moleculen door schijven van gelijken straal, wier vlak loodrecht op de richting hunner betrekkelijke beweging ten opzichte van M aangebracht is.

Willen wij dan ten slotte tot de berekening der gevraagde waarschijnlijkheid overgaan, dan moeten wij beginnen met de verschillende stelsels te onderscheiden en te vragen naar de waarschijnlijkheid eener botsing met het stelsel (v, ε, ψ), gedurende den tijd dt.

Daartoe merken wij op, dat de moleculen van dit stelsel de betrekkelijke snelheid:

$$\sqrt{v^2 + c^2 + 2\,vc\cos\varepsilon} \,.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \quad (7)$$

bezitten.

Brengen wij derhalve door het middelpunt M een vlak loodrecht op de richting dezer betrekkelijke beweging, dus evenwijdig met de schijven van de moleculen van het stelsel, dan zullen per eenheid van oppervlakte — in den tijd dt — zooveel moleculen door dit vlak gaan als begrepen zijn in een cylinder met die eenheid van oppervlak tot basis en tot hoogte:

$$\sqrt{v^2 + c^2 + 2\,vc\cos\varepsilon} \;.\; dt \,.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \quad (8)$$

Het aantal dier moleculen bedraagt dus blijkens (6)

$$\frac{\sqrt{v^2 + c^2 + 2\,vc\cos\varepsilon} \;.\; \sin\varepsilon \;.\; d\,\mathrm{U}_v \;.\; d\varepsilon \;.\; d\psi \;.\; dt}{4\,\pi}\,;\;. \quad (9)$$

bovendien echter gaan door dit vlak moleculen van andere stelsels.

Wordt nu de tijd dt klein genoeg genomen, dan zal men — lettende op de tweede onderstelling van § 1 — mogen aannemen, dat de sporen, welke al deze moleculen bij hunnen doorgang door het vlak achterlaten, de gaten die zij er als het ware inslaan, nergens elkander bedekken. In dat geval nemen de moleculen van het stelsel (v, ε, ψ) een gedeelte van het vlak weg dat tot inhoud heeft:

$$\frac{\varrho^2\sqrt{v^2 + c^2 + 2\,vc\cos\varepsilon} \,.\, \sin\varepsilon \,.\, d\,\mathrm{U}_v \,.\, d\varepsilon \,.\, d\psi \,.\, dt}{4}\,. \quad (10)$$

en de kans dat het punt M op zulk een gedeelte ligt en dat

er dus botsing plaats heeft, bedraagt evenveel als de formule (10) aanwijst.

§ 4. Wil men thans de totale kans van botsing kennen, dan moet deze uitdrukking voor alle stelsels gesommeerd worden, d. w. z. geïntegreerd naar ψ, ε en v. Stellen wij die totale kans derhalve voor door:

$$\alpha_c \,.\, dt \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

dan is:

$$\alpha_c = {}^1/_4\, \varrho^2 \int_{v=0}^{v=\infty} d\,\mathrm{U}_v \int_0^{\pi} d\varepsilon \int_0^{2\pi} \sqrt{v^2+c^2+2vc\cos\varepsilon}\,.\, \sin\varepsilon\,.\, d\psi \quad (12)$$

Van deze integraties laat zich de eerste gemakkelijk uitvoeren en men vindt:

$$\alpha_c = \frac{1}{2}\varrho^2\,\pi \int_{v=0}^{v=\infty} d\,\mathrm{U}_v \int_0^{\pi} \sqrt{v^2+c^2+2\,vc\cos\varepsilon}\,.\,\sin\varepsilon\,.\,d\varepsilon \,. \quad (13)$$

maar ook de tweede is uitvoerbaar want

$$\int_0^{\pi} \sqrt{v^2+c^2+2vc\cos\varepsilon}\,.\,\sin\varepsilon\,.\,d\varepsilon = \frac{1}{3vc}\left\{(c+v)^3 \pm (c-v)^3\right\} \quad (14)$$

waarbij een verschillend teeken moet gekozen worden naar gelang $v \lessgtr c$.

Door deze omstandigheid wordt men genoodzaakt de integratie naar v in twee tempo's te verrichten, zoodat: *)

$$\alpha_c = \frac{1}{3}\varrho^2\pi\left[\int_{v=0}^{v=c}\left(3\,c+\frac{v^2}{c}\right)d\mathrm{U}_v + \int_{v=c}^{v=\infty}\left(3\,v+\frac{c^2}{v}\right)d\,\mathrm{U}_v\right] \,. \quad (15)$$

*) Stelt men dat alle moleculen een gelijke snelheid c bezitten dan is $d\mathrm{U}_v = \mathrm{U}$ en men vindt:

$$\alpha_c = \frac{4}{3}\rho^2 \,.\, c \,.\, \pi \,.\, \mathrm{U}.$$

§ 5. Daar nu de kans van botsing in den tijd dt blijkens (11) gelijk is aan $\alpha_c \,.\, dt$, zoo is die dat er geene botsing plaats vind:

$$1 - \alpha_c \,.\, dt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

maar — dewijl dt oneindig klein is — mag daarvoor zonder de minste fout geschreven worden:

$$e^{-\alpha_c . dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17)$$

Daaruit volgt dan onmiddellijk volgens de wetten der samengestelde waarschijnlijkheid dat de kans dat er *gééne* botsing plaats grijpt in den tijd:

$$t = n\, dt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

volkomen naauwkeurig wordt voorgesteld door:

$$\left(e^{-\alpha_c . dt}\right)^n = e^{-\alpha_c . t} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (19)$$

§ 6. Stelt nu:

$$P = dU_c \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (20)$$

het aantal moleculen voor 't welk in de eenheid van volume zich op een gegeven oogenblik met eene snelheid tusschen c en $c + dc$ voortbeweegt, dan blijven daarvan gedurende den tijd t een aantal van:

$$P \,.\, e^{-\alpha_c . t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (21)$$

ongebotst. De tijd $t + dt$ wordt daarentegen slechts door:

$$P \,.\, e^{-\alpha_c (t + dt)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (22)$$

Neemt men daarentegen aan dat alle moleculen in rust zijn behalve het molecuul M, dan is $v = 0$ en $dU_v = U$. Men vindt dan:

$$\alpha_c = \rho^2 \,.\, c \,.\, \pi \,.\, U.$$

Beide uitkomsten verhouden zich als $\frac{4}{3}$: 1, welk cijfer ook door CLAUSIUS aangegeven is.

moleculen ongebotst doorgebracht, zoodat er dus tot botsing geraken in den kleinen tijd dt:

$$P \cdot e^{-\alpha_c t}\left(1 - e^{-\alpha_c . dt}\right) = P \cdot \alpha_c \cdot e^{-\alpha_c . t} \cdot dt \quad . (23)$$

Ieder van deze legt echter — ten opzichte van het vaste assenstelsel — in dien tijd t een weg van ct af, de som van al deze wegen bedraagt dus:

$$P \cdot c \cdot \alpha_c \cdot e^{-\alpha_c . t} \cdot t \cdot dt \quad . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, (24)$$

§ 7. Thans is evenwel het oogenblik gekomen om de onjuiste onderstelling — ingevoerd in § 3 — te verwijderen en de schijven op nieuw door bollen te vervangen. Het gevolg daarvan zal niet zijn dat de aard der botsingen verandering ondergaat, want eenig molecuul M 't welk zijn weg voortzettende eenige schijf zoude bereikt hebben zal onfeilbaar vóór dien tijd het oppervlak van den bol die wij er thans voor in de plaats zetten bereiken. Alle moleculen M zullen dus tot botsing geraken met dezelfde moleculen wier schijven wij ondersteld hebben dat door hunne middelpunten werden doorsneden; maar al deze botsingen zullen iets vroeger plaats hebben, d. w. z. de wegen zullen worden bekort. Nemen wij aan, dat het punt M door het boloppervlak bereikt wordt terwijl de afstand tot de schijf nog y bedraagt, dan zal de weg door het molecuul waarbij dit oppervlak behoort — *ten opzichte van* M *als stilstaand punt* — beschreven bekort worden met y. Dewijl echter de snelheid van deze betrekkelijke beweging blijkens (7) bedraagt:

$$\sqrt{v^2 + c^2 + 2vc \cos \varepsilon}$$

zoo zal de tijd t, welke tot aan deze botsing verloopt, bekort worden met:

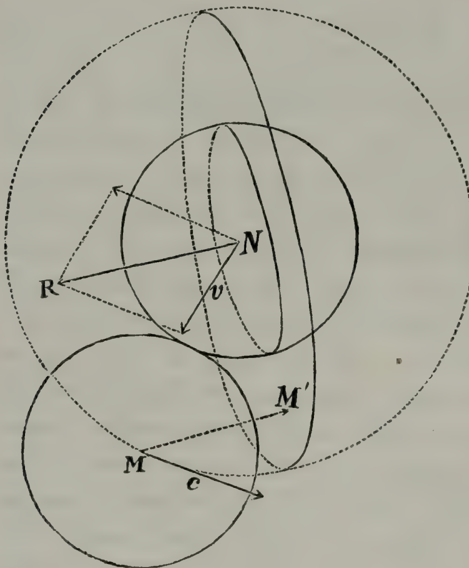
$$\frac{y}{\sqrt{v^2 + c^2 + 2vc \cos \varepsilon}} \quad . \, . \, . \, . \, , \, . \, . \, . \, (25)$$

derhalve de weg ct welke in dien tijd door het molecuul M wordt afgelegd met: *)

$$\frac{yc}{\sqrt{v^2 + c^2 + 2\,vc\cos\varepsilon}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (26)$$

---

*) De stelling dat de weg ct welke het molecuul M zoude doorloopen indien de bollen door schijven vervangen waren met de grootheid (26) moet worden verkort, blijkt ook door beschouwing der figuur (1). Zij nam. M het molecuul 't welk zich met de snelheid c, N dat 't welk zich met de snelheid v beweegt, dan construeere men de betrekkelijke snelheid NR van N ten opzichte van M. Loodrecht daarop plaatste men het vlak van de schijf die het molecuul N vervangen zal. De loodlijn MM′ uit M op het oogenblik der botsing op het vlak van de schijf neergelaten is dan y.



Bedenkt men nu dat deze schijf zich ten opzichte van M beweegt in eene richting overeenkomende met MM′ met eene snelheid:

$$NR = \sqrt{v^2 + c^2 + 2\,vc\cos\varepsilon}$$

dan ziet men oogenblikkelijk dat de botsing van het punt M met de schijf een tijd:

$$\frac{y}{\sqrt{v^2 + c^2 + 2\,vc\cos\varepsilon}}$$

meer vereischt dan de botsing der beide bollen met elkander. In die korte tijd zoude echter M ten opzichte van het vaste assen-stelsel een weg:

$$\frac{yc}{\sqrt{v^2 + c^2 + 2\,vc\cos\varepsilon}}$$

afleggen, en daarmede moet dus de weg ct worden bekort.

Dit geldt voor iedere botsing met het stelsel (v, ε, ψ); dewijl echter onder de moleculen waarvan in formule (24) sprake is, botsingen met alle stelsels voorkomen zoo zal in de eerste plaats moeten worden onderzocht hoeveel van die botsingen voor rekening van ieder dier stelsels komen.

Daartoe behoeven wij slechts terug te gaan tot formule (10) welke de waarschijnlijkheid van botsing in den korten tijd dt met het stelsel (v, ε, ψ) aanwijst, en op te merken dat aan het eind der t secunden nog — blijkens formule (21) —

$$P \cdot e^{-\alpha_c . t}$$

moleculen ongebotst aanwezig zijn. In den korten tijd dt zullen er dus van deze:

$$\frac{\rho^2 \cdot P \cdot e^{-\alpha_c . t} \cdot \sqrt{v^2 + c^2 + 2vc\cos\varepsilon} \cdot \sin\varepsilon \cdot dU_v \cdot d\varepsilon \cdot d\psi \cdot dt}{4} \quad (27)$$

met het stelsel (v, ε, ψ) tot botsing geraken.

§ 8. Voor al deze moleculen moet nu de uitdrukking (26) gesommeerd worden, ten einde op die wijze de som der correcties te vinden die ten hunnen behoeve aan de formule (24) moeten worden aangebracht. Die som bedraagt dus:

$$\frac{c}{\sqrt{v^2 + c^2 + 2vc\cos\varepsilon}} \Sigma y \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (28)$$

waarbij voor Σy in rekening mag gebracht worden de gemiddelde waarde van y vermenigvuldigd met het aantal termen aangewezen door (27). Daar echter op gelijke gedeelten van het oppervlak der vroegere schijf ten allerduidelijkste evenveel punten M passeeren zullen zoo is die gemiddelde waarde gelijk aan:

$$\frac{\int y \cdot dO}{O}$$

waarin O het oppervlak van de vroegere schijf aanwijst.

Voert men nu in de hoek φ welke eene straal van de bol

met de normaal op de schijf maakt, en beschouwt men dien hoek als onafhankelijk veranderlijke dan is:

$$dO = 2\pi\varrho \sin\varphi \,.\, d\,\varrho \sin\varphi$$

en

$$y = \varrho \cos\varphi$$

derhalve:

$$\frac{\int y\, dO}{O} = \frac{2\pi\varrho^3 \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \cos^2\varphi \,.\, d \,.\, \sin\varphi}{\varrho^2 \pi} = \frac{2}{3}\varrho \quad . \; . \; . \; (29)$$

Met behulp van die gemiddelde afstand wordt nu gevonden voor de som van al de correcties die voor de botsingen met het stelsel (v, ε, ψ) moeten worden aangebracht:

$$\frac{1}{6}\varrho_3 \,.\, P \,.\, e^{-\alpha_c t} \,.\, c \,.\, \sin\varepsilon \,.\, dU_v \,.\, d\varepsilon \,.\, d\psi \,.\, dt \quad . \; . \; . \; . \; (30)$$

en die som uitgestrekt over alle stelsels bedraagt dus:

$$\frac{1}{6}\int_{v=0}^{v=\infty} d \,.\, U_v \int_0^{\pi} d\varepsilon \int_0^{2\pi} \varrho^3 \,.\, P \,.\, e^{-\alpha_c t} \,.\, c \,.\, \sin\varepsilon \,.\, d\psi\; dt \quad . \; . \; . \; (31)$$

Al deze achtereenvolgende integraties zijn uitvoerbaar, waarbij men opmerke dat:

$$\int_{v=0}^{v=\infty} d \,.\, U_v = U \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (32)$$

Wij vinden dan als uitkomst:

$$\frac{2}{3}\varrho^3 \,.\, \pi \,.\, P \,.\, c \,.\, U \,.\, e^{-\alpha_c t} \,.\, dt \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (33)$$

zoodat voor de som van de wegen in § 6 vermeld en door de formule (24) aangegeven, in rekening moet worden gebracht, na aanbrenging der correctie:

$$P \,.\, c \,.\, \alpha_c \,.\, e^{-\alpha_c t} \,.\, t\, dt - \frac{2}{3}\varrho^3 \pi \,.\, P \,.\, c \,.\, U \,.\, e^{-\alpha_c t} \,.\, dt \,. \quad (34)$$

§ 9. Sommeeren wij eindelijk deze uitdrukking naar t van *nul* tot *oneindig* dan vinden wij voor de som van *alle* wegen — geteld van af een gegeven oogenblik tot aan de eerste botsing — afgelegd door de P moleculen welke de snelheid c bezitten:

$$\frac{P\,c}{\alpha_c} - \frac{2}{3}\varrho^3 \pi \,.\, \frac{P\,c}{\alpha_c} \,.\, U \,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,. \quad (35)$$

of liever:

$$\frac{P\,c}{\alpha_c}\left(1 - \frac{2}{3}\varrho^3 \,.\, \pi \,.\, U\right) \,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,. \quad (36)$$

Voeren wij eindelijk in het volume A 't welk ingenomen wordt door *alle* moleculen te samen, welke zich in de eeuheid van volume bevinden, dan is:

$$A = \frac{1}{6}\varrho^3 \,.\, \pi \,.\, U \,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,. \quad (37)$$

en dan mag voor de uitdrukking (36) geschreven worden:

$$\frac{P\,c}{\alpha_c}\,(1 - 4\,A) \,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,. \quad (38)$$

of eindelijk blijkens (20)

$$\frac{c}{\alpha_c}\,(1 - 4\,A) \,.\, d\,U_c \,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,. \quad (39)$$

§ 10. Dit is nu de som van *alle* wegen afgelegd door de moleculen welke de snelheden c bezitten. Wil men die som

voor *alle* moleculen kennen, dan integreere men nog naar c van af $c = 0$ tot $c = \infty$. Deze totale som bedraagt dus:

$$(1 - 4\,A) \int_0^\infty \frac{c \,.\, d\,U_c}{\alpha_c} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (40)$$

Zij is uitgestrekt over alle moleculen die zich in de eenheid van volume bevinden. De gemiddelde weg is derhalve:

$$\frac{1 - 4\,A}{U} \int_0^\infty \frac{c \,.\, d\,U_c}{\alpha_c} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (41)$$

Dit is dan echter nog slechts het gemiddelde van den weg door ieder der moleculen van af een gegeven oogenblik tot aan de eerste botsing afgelegd. Het gemiddelde van den weg sedert de laatste botsing tot aan het gegeven oogenblik afgelegd is klaarblijkelijk even groot. Immers deze gemiddelde weg zoude verkregen worden door plotseling de snelheid van alle moleculen om te keeren; maar dewijl zich naar iedere richting evenveel moleculen bewegen, zoude daardoor in den bewegingstoestand volstrekt geene verandering ontstaan.

De gevraagde gemiddelde botsingsafstand wordt dus aangewezen door de formule:

$$\frac{2(1 - 4\,A)}{U} \int_0^\infty \frac{c \,.\, d\,U_c}{\alpha_c} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (I)$$

waarbij dan blijkens (15) α_c berekend wordt uit:

$$\alpha_c = \frac{1}{3}\,\varrho^2\,\pi \left[\int_0^c \left(3\,c + \frac{v^2}{c}\right) d\,U_v + \int_c^\infty \left(3\,v + \frac{c^2}{v}\right) d\,U_v \right] . \; . \quad (II)$$

Uit deze formule volgt nu:

De afmeting der moleculen volgens de richting hunner be-

trekkelijke beweging wordt in rekening gebracht door de — met verwaarloozing van deze afmeting — gevonden botsingsafstand te vermenigvuldigen met de eenheid verminderd met viermaal het volume van alle moleculen in de éénheid van volume vervat.

Deze factor is derhalve standvastig, op welke wijze de verschillende snelheden ook over de moleculen mogen zijn verdeeld, en wat ook de gemiddelde snelheid moge zijn. Zij kan dus alleen in zooverre van de temperatuur afhankelijk zijn als deze misschien het volumen der moleculen vergroot.

§ 11. Wenschen wij voorts eenig denkbeeld te verkrijgen van de grootte van dezen gemiddelden afstand, dan kunnen wij op het voorbeeld van CLAUSIUS de berekening, aangewezen door de formules (I) en (II) uitvoeren voor het bijzonder geval dat alle moleculen zich met gelijke snelheden voortbewegen. Men stelle dan $v = c$ en verandere in overeenstemming daarmede de verschillende integraties in sommaties, waarbij natuurlijk de beide integraties van formule (II) door eene enkele sommatie moeten vervangen worden. Men vindt dan:

$$\alpha_c = \frac{4}{3} c \, U \varrho^3 \pi \quad \ldots \ldots \ldots \quad (42)$$

en dus voor den gemiddelden botsingsafstand:

$$\frac{\frac{3}{2}(1 - 4\,A)}{U \varrho^2 \pi} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (43)$$

Voert men hier den afstand λ in, die de verschillende moleculen bij cubische plaatsing ten opzichte van elkander zouden hebben, waarbij dus:

$$U = \lambda^3 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (44)$$

dan vindt men:

$$\frac{3}{2}(1 - 4\,A)\frac{\lambda^3}{\varrho^2 \pi} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (45)$$

't geen in overeenstemming is met de formule in § 35 in het proefschrift van VAN DER WAALS aangegeven, *mits* men bedenke, dat deze dáár den gemiddelden botsingsafstand *na* een gegeven oogenblik aangeeft, welke dus de helft bedragen moet van de onze.

§ 12. Wat nu betreft het meer algemeene geval dat de moleculen geene bollen zijn, duidelijk is het dat daardoor de gemiddelde botsingsafstand verandering ondergaat. Immers bij gegeven volume is het duidelijk dat de bol de kleinste botsingskans bezit. Blijft dus de som van de volumina van alle moleculen in de eenheid van volume en hun aantal standvastig dan zal door het aanwezig zijn van een anderen dan den bolvorm die botsingsafstand meer verkort worden. In de coëfficiënt:

$$1 - 4\,A \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (46)$$

waarmede vermenigvuldigd moet worden om de afmetingen volgens de bewegingsrichting in rekening te brengen, zal voorts geene verandering komen dan dat de coëfficiënt 4 verandering ondergaat, dewijl thans de gemiddelde y wel voor alle moleculenstelsels standvastig is, maar niet meer dezelfde waarde als bij den bol bezit. In hoofdzaak blijft echter de stelling geformuleerd van het einde van § 10, waarheid.

Breda, 11 November 1875.

BEREKENING

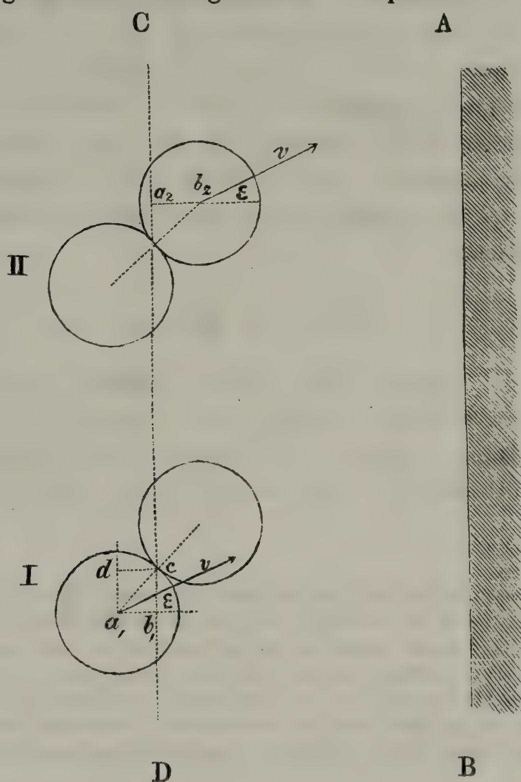
VAN DE

VERMEERDERING WELKE DE SPANNING VAN EEN GAS TENGEVOLGE VAN DE BOTSINGEN DER MOLECULEN ONDERGAAT.

DOOR

D. J. KORTEWEG.

§ 1. Het is misschien geoorloofd zoovals door Dr. VAN DER WAALS is geschied uit de vermindering van den botsingsafstand onmiddellijk tot de vermeerdering der spanning te besluiten, door nam. beide grootheden aan elkander omgekeerd evenredig te stellen. In ieder geval zal het echter zijn nut hebben eene afleiding van die vermeerdering der spanning onafhankelijk van de bepaling van den botsingsafstand te beproeven.



Laat daartoe in fig. 1 A B de wand voorstellen waartegen de botsingen plaats vinden. Bij iedere botsing tusschen twee molekulen zal dan door het aanrakingspunt van beiden een vlak C D gebracht kunnen worden evenwijdig aan A B; aan welk vlak wij den naam van botsingsvlak geven zullen. In dit vlak echter of althans op oneindig kleinen afstand daarvan zullen dan — in een eindig tijdsverloop t — bovendien een groot aantal andere botsingen plaats vinden.

Beschouwen wij nu de moleculen van een zeker stelsel (v, ε, ψ) 't welk zich naar den wand heenbeweegt — waarbij de lijn loodrecht op het vlak AB als X-as dienst doet — dan zullen bij al de botsingen die in het vlak C D plaats vinden, een zeker aantal moleculen zooals in (II) in dit stelsel in, en een even groot aantal zooals in (I) uit dit stelsel *uit*treden

Nu hebben echter in den regel de moleculen die *in*treden hun middelpunt *rechts,* en die welke *uit*treden hun middelpunt *links* van het vlak CD, de eersten liggen dus gemiddeld dichter bij het vlak A B dan de laatsten, m. a. w. door de botsingen wordt — wat de nadering der moleculen tot het vlak A B betreft — afstand uit gespaard *. Wenscht men nu te weten *hoeveel* de som bedraagt van dien uitgespaarden afstand voor alle moleculen van het stelsel (v, ε, ψ) gedurende den tijd dt in de eenheid van volume, dan behoeft men slechts te berekenen:

$$\Sigma\, a_1\, b_1 + \Sigma\, a_2\, b_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

waarbij de sommatie moet worden uitgestrekt eensdeels over alle botsingen waarbij moleculen *uit*, andersdeels over alle botsingen waarbij moleculen *in* het gegeven stelsel treden.

§ 2. Denken wij ons na verloop van den tijd dt plotse-

*) Men moet zich de zaak dus zoo voorstellen: ieder denkbeeldig botsingsvlak ontvangt als 't ware ieder oogenblik een groot aantal moleculen uit allerlei richtingen en van allerlei snelheden, tevens werpt het een even groot aantal uit. Die welke het ontvangt, worden echter reeds opgehouden eer hun middelpunt het botsingsvlak bereikt, die welke het uitwerpt vertrekken daarentegen reeds dadelijk op eenigen afstand vóór het botsingsvlak in de richting, waarin ze voort zullen blijven gaan. Het is duidelijk dat daardoor afstand wordt uitgespaard.

ling het vlak A B naar de andere zijde van C D verplaatst, terwijl bovendien op datzelfde oogenblik alle snelheden van alle molekulen omgekeerd worden, dan moeten noodzakelijk alle *uit*tredingen, die gedurende den tijd *dt* plaats hadden als *in*tredingen terugkeeren en omgekeerd. Evenwel is de totale bewegingstoestand van het gas volkomen onveranderd gebleven en de som $\Sigma\, a_2\, b_2$ voor de nieuwe *in*tredingen kan dus met de som $\Sigma\, a_1\, b_1$ voor de oude niet verschillen; daaruit volgt dus oogenblikkelijk:

$$\Sigma\, a_1\, b_1 = \Sigma\, a_2\, b_2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

en de te zoeken som der uitgewonnen afstanden wordt dus voorgesteld door:

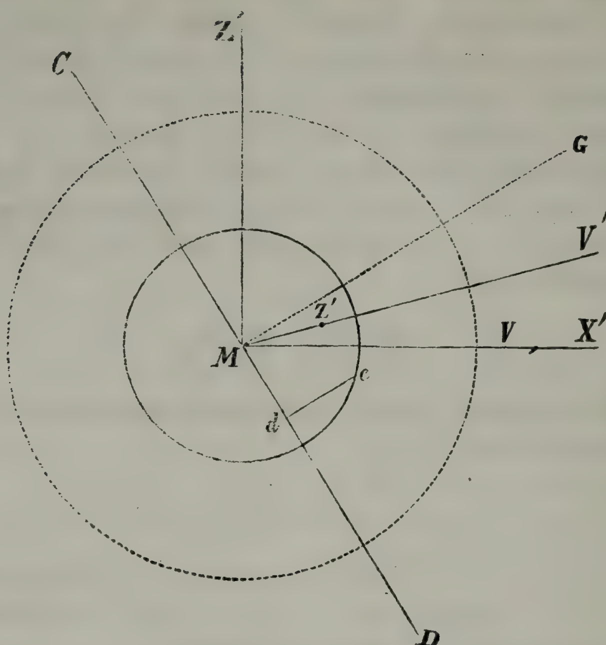
$$2\, \Sigma\, a_1\, b_1 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

of ook, als wij uit het aanrakingspunt c een loodlijn neerlaten op het vlak evenwijdig aan het vlak A B door het middelpunt van het uittredende molecuul aangebracht:

$$2\, \Sigma\, c\, d \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

§ 3. Stelt nu dus P het aantal moleculen voor behoorende tot het stelsel (v, ε, ψ) dan komt het er slechts op aan voor dit getal moleculen alle botsingen met de overige moleculen na te gaan, bij iedere botsing uit het aanrakingspunt een loodlijn neer te laten op een vlak gaande door het middelpunt en makende een hoek $90^\circ - \varepsilon$ met de bewegingsrichting en eindelijk al deze loodlijnen te sommeeren.

Ten einde die sommatie te kunnen verrichten zal het wederom noodig zijn de overige moleculen in stelsels te verdeelen. Er is echter geene enkele reden waarom men die stelsels identiek zoude moeten maken met die, welke bij de assen in fig. I aangewend behooren. Wij kiezen dan ook een geheel ander assen-stelsel O′ X′ Y′ Z′, waarin wij de O′ X′-as in de bewegingsrichting van het stelsel (v, ε, ψ) kiezen en het Z O′ X′ vlak loodrecht op het vlak C D in fig. 1, 't welk de hoek $90^\circ - \varepsilon$ met die bewegingsrichting maakt.



§ 4. Zij dus nu M (fig. II) één uit het getal der P genoemde moleculen en dus v zijne snelheid, c het aanrakingspunt van eenige botsing en dus cd de loodlijn neergelaten op het vlak C D, overeenkomen met het vlak C D van fig. 1, dan moet dus bepaald worden:

$$\Sigma\, c d.$$

Ten einde daartoe te geraken beschouwen wij weder voorloopig alleen de botsingen met het stelsel (v', ε', ψ') — bepaald ten opzichte der nieuwe assen en 't welk in de eenheid van volume een aantal

$$P' = \frac{\sin \varepsilon' \,.\, d\, U_v' \,.\, d\varepsilon' \,.\, d\psi'}{4\pi} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

moleculen bevat.

Het aantal A′ der botsingen van de P moleculen die wij beschouwen met de moleculen van dit stelsel bedraagt derhalve blijkens formule (9) van de voorafgaande verhandeling:

$$A' = \frac{1}{4} \cdot \varrho^2 . P . \sqrt{v^2 + v'^2 + 2vv' \cos\varepsilon} \, . \sin\varepsilon' . \, dU_v \, . \, d\varepsilon' . \, d\psi' . \, dt \quad (6)$$

en indien derhalve de gemiddelde waarde y van cd voor al deze botsingen bekend ware, dan zoude de uitgewonnen afstand voorgesteld worden door:

$$A' y \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (7)$$

Wij moeten dus voorloopig onze aandacht bepalen bij die gemiddelde afstand y.

§ 5. Zij daartoe M V′ of liever V′ M de richting van de schijnbare beweging der moleculen van het stelsel (v', ε', ψ') ten opzichte van het gegeven molecuul M, 't welk in rust wordt gebracht. Bepalen wij dan die richting M V′ op de gebruikelijke wijze door de hoeken ε_0 en ψ_0 dan is:

$$\sin \varepsilon_0 = \frac{v' \sin \varepsilon'}{\sqrt{v^2 + v'^2 + 2\, vv' \cos \varepsilon'}} \quad \ldots \ldots \quad (8)$$

$$\cos \varepsilon_0 = \frac{v' \cos \varepsilon' + v}{\sqrt{v^2 + v'^2 + 2\, vv' \cos \varepsilon'}} \quad \ldots \ldots \quad (9)$$

$$\psi_0 = \psi' \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (10)$$

Brengen wij verder een (in de figuur niet geteekend) vlak aan loodrecht op die schijnbare snelheid en vervangen wij weder het molecuul M door een met dubbele straal beschreven bol en alle overige moleculen door punten, dan zal iedere doorgang van zulk een punt door het vergrootte oppervlak met eene botsing overeenkomen en de waarschijnlijkheid van ieder elementje van dit oppervlak om getroffen te worden is evenredig met zijne projectie op het zooeven aangebrachte vlak.

Nu ligt echter bij iedere botsing het aanrakingspunt juist op de helft van den straal uit M naar het middelpunt van het botsende molecuul getrokken en wij vinden dus dat de waarschijnlijkheid van een elementje van het *niet* vergrootte oppervlak om getroffen te worden evenzeer evenredig is met zijne

projectie op het vlak loodrecht op M V′, maar dan is de gemiddelde afstand van de aanrakingspunten der botsingen tot een willekeurig vlak gelijk aan dienzelfden afstand voor een zwaartepunt, dat op de volgende wijze verkregen wordt: men geve aan ieder elementje op het halve boloppervlak dat M V′ als as bezit eene massa evenredig met zijne projectie op het vlak loodrecht op M V′.

Dit zwaartepunt Z′ gelegen op M V′ werd evenwel reeds in de vorige verhandeling bepaald. Het ligt op twee derde van den straal van den halve bol; derhalve is

$$M Z' = \frac{1}{3} \varrho \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (11)$$

en om de waarde van y te vinden zal het voldoende zijn den afstand van dit punt Z′ tot het vlak C D te vinden, m. a. w. M Z′ te projecteeren op de normaal M G van het vlak C D.

Ten einde daartoe te geraken projecteeren wij M Z′ aanvankelijk op ieder der drie assen, waarbij gevonden wordt:

$$\text{op } M X' : M Z' \,.\, \cos \varepsilon_0$$

$$\text{op } M Y' : M Z' \,.\, \sin \varepsilon_0 \,.\, \sin \psi_0$$

$$\text{op } M Z' : M Z' \,.\, \sin \varepsilon_0 \,.\, \cos \psi_0$$

vervolgens moeten wij ieder dezer projecties op M G projecteeren en de som nemen, waarbij men dus vindt.

$$y = M Z' \cos \varepsilon_0 \,.\, \cos \varepsilon - M Z' \sin \varepsilon_0 \,.\, \cos \psi_0 \,.\, \sin \varepsilon \quad . \; (12)$$

of:

$$y = \frac{1}{3} \,.\, \varrho \,.\, \left\{ \cos \varepsilon_0 \,.\, \cos \varepsilon - \sin \varepsilon_0 \,.\, \cos \psi_0 \,.\, \sin \varepsilon \right\} . \;. \; (13)$$

of blijkens (8) en (9):

$$y = \frac{1}{3} \varrho \, \frac{(v + v' \cos \varepsilon') \cos \varepsilon - v' \sin \varepsilon' \,.\, \cos \psi' \,.\, \sin \varepsilon}{\sqrt{v^2 + v'^2 + 2 v v' \cos \varepsilon'}} \; . \; . \; . \; (14)$$

zoodat de som van alle bij de botsingen met het stelsel $(v', \varepsilon', \psi')$ uitgewonnen afstanden bedraagt blijkens (6) en (7)

$$\frac{1}{12}\varrho^3.P.\{(v+v'\cos\varepsilon')\cos\varepsilon.\sin\varepsilon'-v'^2.\sin^2\varepsilon'.\cos\psi'.\sin\varepsilon\}dU_v.d\varepsilon.d\psi.dt \quad (15)$$

welke uitdrukking nu geïntegreerd moet worden ten opzichte van ψ' van 0 tot 2π, ten opzichte van ε' van 0 tot π, ten opzichte van v' van 0 tot α. Op die wijze verkrijgt men de som van alle afstanden uitgewonnen bij alle botsingen van het stelsel (v, ε, ψ).

§ 6. De eerste integratie levert:

$$\frac{1}{6}\pi\varrho^3 . P . (v+v'\cos\varepsilon') . \cos\varepsilon . \sin\varepsilon' . dU_v . d\varepsilon' . dt \quad . (16)$$

de tweede

$$\frac{1}{6}\pi\varrho^3 . P . \cos\varepsilon . v . d . U_{v_1} . dt \quad . \; . \; . \; . \; . \; (17)$$

de laatste eindelijk;

$$\frac{1}{3}\pi\varrho^3 . P . U . \cos\varepsilon . v . dt \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (18)$$

of:

$$2AP . v . \cos\varepsilon . dt \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (19)$$

waarin A wederom het volume der moleculen voorstelt.

Nu is dus: zie § 4.

$$\Sigma\, cd = 2AP v \cos\varepsilon . dt \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (20)$$

en de som van alle afstanden door de botsingen uitgespaard is dus:

$$2\Sigma\, cd = 4A . P . v . \cos\varepsilon . dt . \; . \; . \; . \; . \; (21)$$

De som echter van alle afstanden waarmede de P moleculen

van het stelsel (v, ε, ψ) het vlak AB in den tijd dt naderen, is echter ten duidelijkste:

$$P \,.\, v \cos\varepsilon \,.\, dt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (22)$$

ten einde dus hetzelfde aantal botsingen met het vlak AB te verkrijgen, behoeven de moleculen in plaats van een weg als in (22) slechts een weg:

$$P\, v \cos\varepsilon\, (1 - 4\,A)\, dt \quad \ldots\ldots\ldots \quad (23)$$

af te leggen, m. a. w. het aantal botsingen van dit stelsel vermeerdert in de verhouding:

$$1 - 4\,A : 1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

dewijl nu die verhouding voor alle stelsels hetzelfde is, zullen alle botsingen van ieder soort met het vlak AB in die rede vermeerderd worden, diezelfde vermeerdering ondergaat dan echter ook de drukking, en noemen wij D de drukking die men zonder de onderlinge botsing der moleculen vinden zoude, en D′ de ware drukking, die zich werkelijk vertoont, dan is:

$$D' = \frac{D}{1 - 4A}.$$

OVER

LICHTABSORPTIE VOLGENS DE THEORIE VAN MAXWELL.

DOOR

C. H. C. GRINWIS.

---

1. CLERK MAXWELL heeft in 1865 *) het eerst de hypothese uitgesproken, dat licht een electrisch verschijnsel is, bestaande uit golven, die zich in het electromagnetische veld volgens bepaalde wetten voortplanten. Hij kwam hierop in 1868 terug †) en gaf in zijne Treatise on Electricity and Magnetism in 1873 een meer uitvoerig overzicht zijner theorie, waarbij hij tevens de door FARADAY in 1845 ontdekte werking van magneten op gepolariseerd licht ter sprake bracht.

Wij willen bij een enkel punt zijne theorie nader stilstaan, namelijk bij voortplanting van electrische trillingen in lichamen, die, hoewel vatbaar voor electrische polarisatie, tevens geleidbaarheid voor dijnamische electriciteit bezitten. — Wat MAXWELL hiervan zegt is betrekkelijk zeer weinig; slechts een paar bladzijden zijn aan dit onderwerp gewijd (art. 798—803 van zijn genoemd werk).

Toch zijn deze beschouwingen in hooge mate belangrijk. MAXWELL bespreekt zeer kortelijk het verband tusschen doorschijnendheid en geleidbaarheid, merkt op dat de meeste doorschijnende lichamen goede isolatoren zijn, terwijl de goede geleiders het licht niet

---

*) Phil. Trans. 1865.
†) " " 1868.

doorlaten. Al heeft de wet, volgens welke de ondoorschijnendheid toeneemt naarmate de geleidbaarheid grooter wordt, vele uitzonderingen, zij is toch eene groote steun voor MAXWELL's theorie; immers bij geleiders zullen de electrische trillingen tot electrische stroomen aanleiding geven, waarbij de electrische energie in warmte wordt omgezet, zoodat de electrische of lichtgolving door het lichaam wordt geabsorbeerd.

De verklaring voor electrolyten is zoo duidelijk niet; deze laten een stroom door en toch zijn de meeste doorschijnend. — MAXWELL geeft kortelijk aan hoe dit bezwaar wellicht zou kunnen uit den weg geruimd worden, doch dit gedeelte vereischt eene zeer diepe en ingrijpende studie, waarmede wij ons thans niet zullen inlaten.

Wij willen thans alleen de absorptie van licht door geleiders aan rekening onderwerpen en daardoor verder analyseren. De zeer weinige rekeningen, die MAXWELL over dit punt gaf mogen als uitgangspunt dienen.

2. Onderstellen wij dat eene vlakke electrische golf zich binnen een lichaam voortplant in de richting der x-as en de trillingen in het yz-vlak loodrecht op de richting van voortplanting plaats hebben; zij stelle (en dit is voor het ouderzoek algemeen genoeg) een bundel rechtlijnig gepolariseerd licht voor binneu een lichaam, waarvan het electrisch inducerend vermogen K, de geleidbaarheid C zijn — noemen wij V de voortplantingsnelheid der golf, λ de golflengte, voeren wij kortheidshalve de grootheid $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ in en zij eindelijk μ het magnetisch inducerend vermogen der middenstof, waarin de trillende beweging plaats vindt.

Ten einde de bewegingsvergelijkingen te verkrijgen, zoeken wij twee uitdrukkingen voor de stroomsterkte w, der electrische beweging evenwijdig aan de z-as; wij merken tevens op, dat bij de richting, die wij aan de voortplanting der vlakke golf gaven, alle voorkomende grootheden functien van x en t, onafhankelijk van y en z zijn.

De vergelijkingen van art. 616 (wij zullen de notaties van MAXWELL behouden) geven ons dan

$$4\pi w = \frac{d\beta}{dx}, \text{ terwijl } \beta = \frac{1}{\mu} b = \frac{1}{\mu}\frac{dH}{dx}$$

dus

$$-4\pi\mu w = \frac{d^2 H}{dx^2}$$

De tweede waarde voor w wordt geleverd door de vergel. van art. 611, zij geven

$$w = CR + \frac{1}{4\pi} K \frac{dR}{dt}$$

of daar (598)

$$R = -\frac{dH}{dt}$$

$$-4\pi\mu w = 4\pi\mu C\frac{dH}{dt} + \mu K \frac{d^2 H}{dt^2};$$

de bewegingsvergelijking wordt dan

$$\frac{d^2 H}{dx^2} = \mu K \frac{d^2 H}{dt^2} + 4\pi\mu C \frac{dH}{dt}$$

dat is, als wij $\mu K = a^2$ en $2\pi\mu C = b^2$ stellen,

$$\frac{d^2 H}{dx^2} = a^2 \frac{d^2 H}{dt^2} + 2b^2 \frac{dH}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

3. Trachten wij deze vergelijking te voldoen door eene periodische functie van den vorm

$$H = A e^{-px} \cos k(x - Vt),$$

waarbij dan A de amplitude der trilling aan den oorsprong voorstelt — wij hebben daartoe, zoo wij kortheidshalve

$$H' = A e^{-px} \sin k (x - Vt)$$

stellen,

$$\frac{dH}{dx} = -pH - kH'$$

$$\frac{d^2 H}{dx^2} = p^2 H + 2pkH' - k^2 H$$

$$\frac{dH}{dt} = kVH'$$

$$\frac{d^2 H}{dt^2} = -k^2 V^2 H$$

deze waarde in (1) gesubstitueerd geven,

$$p^2 H + 2pkH' - k^2 H = -a^2 k^2 V^2 H + 2b^2 kVH';$$

zal dit ten allen tijde doorgaan, zoo wordt

$$2pk = 2b^2 kV \text{ en } p^2 - k^2 = -a^2 k^2 V^2$$

of $\qquad p = b^2 V \qquad$ en $\qquad a^2 k^2 V^2 + b \quad V^2 = k^2$

dat is $$V^2 = \frac{k^2}{a^2 k^2 + b^4} \qquad \text{. . . . . (2)}$$

$$= \frac{4\pi^2}{4\pi^2 \mu K + 4\pi^2 \mu^2 C^2 \lambda^2}$$

$$= \frac{1}{\mu K + \mu^2 C^2 \lambda^2} \qquad \text{. . . . . (2}a$$

de integraal der vergelijking (1) wordt dus

$$H = A e^{-2\pi\mu CVx} \cos k (x - Vt), \qquad \text{. . . (3)}$$

waarin V door de vergelijking (2) of (2a) bepaald wordt Die uitdrukking voor de snelheid (2a) is zeker belangrijk genoeg; zij doet ons zien, dat in eene middenstof, zoo als wij hebben

aangenomen, de snelheid van voortplanting afhankelijk is van de golflengte, van het electrisch en magnetisch inducerend vermogen en van de geleidbaarheid. Hoe uiterst belangrijk dit resultaat ook zij, het zou meerdere waarde voor ons hebben zoo wij iets naders omtrent het verband, dat tusschen de grootheden μ, K en C bestaat wisten. — Daarvan zal het afhangen of de lichttheorie van MAXWELL door de formule (2*a*) al dan niet de dispersie verklaren kan. — Een onderzoek omtrent dit punt voor verschillende lichamen zou dus van het meeste belang zijn. Wat de grenswaarden van V betreft, voor isolatoren, waar dus C = 0, wordt

$$V^2 = \frac{1}{\mu K} \quad \dots\dots\dots\dots (2b)$$

MAXWELL vond dat voor lucht $\sqrt{\frac{1}{\mu K}}$ met de snelheid van het licht overeenstemt en dit schijnt hem op het denkbeeld van overeenstemming tusschen electrische en lichttrillingen te hebben gebracht. In lichamen zonder electrische polarisatie wordt K = 0 dus

$$V^2 = \frac{1}{\mu^2 C^2 \lambda^2} \quad \dots\dots\dots (2c)$$

dat is, de snelheid omgekeerd evenredig aan de golflengte en aan de geleidbaarheid. — Deze laatste uitkomst is zooals MAXWELL (art 803) opmerkt, hoe zonderling zij schijnen moge, in volmaakte overeenstemming met het resultaat, dat eene middenstof van zeer groote geleidbaarheid de verbreiding van magnetische kracht volledig belet.

4 Bepalen wij thans de energie, die de eenheid van volume van ons lichaam bij dezen trillingsvorm bezit De algemeene formulen van MAXWELL (art 638) geven, daar bij trillingen in de richting der z-as P, Q, F en G nul zijn, terwijl H alleen functie van x en t is,

$$a = 0 \quad b = -\frac{dH}{dx} \quad c = 0$$

$$\alpha = 0 \quad \beta = -\frac{1}{\mu}\frac{dH}{dx} \quad \gamma = 0$$

zoodat de electrostatische energie E (de potentiele energie van de middenstof) en de electromagnetische energie T (de actuele energie) beide voor de volumeeenheid genomen, worden uitgedrukt door de formulen:

$$E = \frac{1}{2} R h \qquad T = \frac{1}{8 \pi \mu} b^2;$$

daar nu $h = \frac{K}{4 \pi} R$ en $R = -\frac{dH}{dt}$, terwijl b boven gegeven is, volgt

$$\left. \begin{aligned} E &= \frac{K}{8 \pi} \left(\frac{dH}{dt} \right)^2 \\ T &= \frac{1}{8 \pi \mu} \left(\frac{dH}{dx} \right)^2 \end{aligned} \right\} \quad \ldots \ldots \ldots (3)$$

In ons geval, waar

$$H = A e^{-px} \cos k (x - V t),$$

volgt uit de boven gevonden waarden

$$\frac{1}{V} \frac{dH}{dt} + \frac{dH}{dx} + p H = 0 \ldots \ldots \ldots (4)$$

voor isolatoren, waar $p = 0$ en $V^2 = \frac{1}{\mu K}$ geeft (4) terstond

$$K \left(\frac{dH}{dt} \right)^2 = \frac{1}{\mu} \left(\frac{dH}{dx} \right)^2,$$

dat is, ingevolge (3)

$$E = T,$$

zoodat bij dezen electrischen trillingsvorm beide energien in gelijk bedrag aanwezig zijn, zooals wel te verwachten was.

Zulks houdt eerst op zoodra het lichaam electriciteit geleidt en C dus niet nul is; wij hebben dan ingevolge (4)

$$\left(\frac{dH}{dx}\right)^2 = \left(\frac{1}{V}\frac{dH}{dt} + p\,H\right)^2$$

$$= (\mu K + \mu^2 C^2 \lambda^2)\left(\frac{dH}{dt}\right)^2 + \frac{2p}{V} H \frac{dH}{dt} + p^2 H^2$$

dus

$$\frac{1}{8\pi\mu}\left(\frac{dH}{dx}\right)^2 = \frac{K}{8\pi}\left(\frac{dH}{dt}\right)^2 + \frac{1}{8\pi\mu}\left\{\frac{b^4}{k^2}\left(\frac{dH}{dt}\right)^2 + \frac{2p}{V}H\frac{dH}{dt} + p\,H^2\right\} \quad (5)$$

of

$$T = E + \Delta \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Weldra zal blijken, dat Δ eene positieve grootheid is, zoodat T altijd meer dan E bedraagt.

Bij het berekenen van E, T en Δ voor ons geval merken wij op, dat deze grootheden periodische functiën van t zijn. Bepalen wij hunne gemiddelde waarden voor een trillingstijd en merken wij daartoe op, dat wanneer $e^{-px} = U$ gesteld wordt, zoowel

$$\frac{1}{\tau}\int_0^\tau H^2\,dt = \frac{A^2 U^2}{\tau}\int_0^\tau \cos^2 k(x - Vt)\,dt = \frac{1}{2}A^2 U^2$$

als

$$\frac{1}{\tau}\int_0^\tau H'^2\,dt = \frac{A^2 U^2}{\tau}\int_0^\tau \sin^2 k(x - Vt)\,dt = \frac{1}{2}A^2 U^2$$

terwijl

$$\frac{1}{\tau}\int_0^\tau HH'\,dt = \frac{A^2 U^2}{2\tau}\int_0^\tau \sin 2k(x - Vt)\,dt = 0.$$

Nu volgt

$$\frac{1}{8\pi\mu}\left(\frac{dH}{dx}\right)^2 = \frac{1}{8\pi\mu}\{p^2 H^2 + 2pk\,HH' + k^2 H'^2\}$$

dus

$$T = \frac{A^2}{16\pi\mu} (k^2 + p^2)\, U^2 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (7)$$

Verder is

$$\frac{K}{8\pi}\left(\frac{dH}{dt}\right)^2 = \frac{K}{8\pi} k^2\, V^2\, H'^2,$$

zoodat

$$E = \frac{A^2}{16\pi\mu}\, \mu K\, k^2 V^2 U^2;$$

doch wegens (2*a*) is,

$$\mu K\, .\, k^2 V^2 = k^2 - 4\pi^2 \mu^2 C^2 V^2 = k^2 - p^2$$

dus

$$E = \frac{A^2}{16\pi\mu} (k^2 - p^2)\, U^2 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (8)$$

Voor Δ volgt, zoowel uit het verschil van (7) en (8), als door directe berekening volgens (5)

$$\Delta = \frac{A^2}{8\pi\mu}\, p^2\, U^2; \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (9)$$

voor de som W der beide energiën volgt nog,

$$W = \frac{A^2}{8\pi\mu}\, k^2\, U^2 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (10)$$

5. Schrijven wij de dus verkregen resultaten nog eenmaal in gewijzigden vorm, terwijl wij

$$\frac{k^2}{8\pi\mu} = \frac{n}{2\mu\lambda^2} = \frac{1}{\sigma}$$

stellen. Wij vinden dan

$$\left.\begin{aligned} T &= \frac{A^2}{2\sigma} \cdot \left\{1 + \frac{p^2}{k^2}\right\} U^2 \\ E &= \frac{A^2}{2\sigma} \cdot \left\{1 - \frac{p^2}{k^2}\right\} U^2 \\ \Delta &= \frac{A^2}{\sigma} \cdot \frac{p^2}{k^2} U^2 \\ W &= \frac{A^2}{\sigma} \cdot U^2 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (11)$$

Hieruit blijkt nu, dat in de geleiders T steeds grooter dan E is; hun verschil Δ moet dan waarschijnlijk aan het optreden van stroomen in de middenstof worden toegeschreven.

De uiterste gevallen geven nu:

1°. Als het lichaam een volmaakte isolator is, dus $C = 0$ en daardoor ook b en $p = 0$, terwijl $U = 1$

$$T = \frac{A^2}{2\sigma}$$

$$E = \frac{A^2}{2\sigma}$$

$$\Delta = 0, \quad W = E + T = \frac{A^2}{\sigma}.$$

2°. Als er geene electrische polarisatie bestaat, zal wegens (2*c*)

$$V = \frac{1}{\mu C \lambda}$$

dus

$$p = b^2 V = 2\pi\mu C V = \frac{2\pi}{\lambda} = k$$

en wij vinden voor volkomen geleiders

$$T = \frac{A^2}{\sigma} U^2$$

$$E = 0$$

$$W = \Delta = T = \frac{A^2}{\sigma} U^2$$

Is dan Δ aan electrische stroomen toe te schrijven, zoo volgt, dat, terwijl bij isolatoren al het licht wordt doorgelaten, dit bij volmaakte geleiders geheel wordt geabsorbeerd en het geheele bedrag der energie in stroomen wordt omgezet.

6. Tot het algemeene geval overgaande, zal wanneer wij de energie van het licht, dat is die van de electrische trillingen door L, die der electrische stroomen door S aanduiden,

$$W = L + S,$$

waarin dan

$$L = 2E = \frac{A^2}{\sigma} \left\{ 1 - \frac{p^2}{k^2} \right\} U^2 \quad \ldots \ldots \quad (12)$$

$$S = \Delta = \frac{A^2}{\sigma} \cdot \frac{p^2}{k^2} U^2 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (13)$$

Wegens den factor

$$U^2 = e^{-2px} = e^{-2b^2 Vx} = e^{-4\pi\mu C Vx},$$

heeft er van beide energien voortdurend verlies plaats.

Noemen wij het verlies aan energie van polarisatie (dat bij L behoort) δ_1, dat wegens stroomen (dat bij S behoort) δ_2, zoo is het totale verlies voor de volume eenheid

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 ;$$

stellen wij nu

$$1 - U^2 = U'^2,$$

zoo is het verlies wegens polarisatie

$$\delta_1 = \frac{A^2}{\sigma} \left\{ 1 - \frac{p^2}{k^2} \right\} U'^2 ;$$

het verlies wegens electrische stroomen

$$\delta_2 = \frac{A^2}{\sigma} \cdot \frac{p^2}{k^2} U'^2$$

dus, daar

$$U'^2 = 1 - U^2 = 1 - e^{-2px}$$

$$= 2px - 2p^2x^2 + \text{enz.},$$

wordt terwijl δ_1 over geleiders nul, daar dan $p = k$, voor niet geleiders, dewijl dan $p = 0$ zoowel

$$\delta_1 = 0 \text{ als } \delta_2 = 0$$

Voor geringe waarden van x zijn δ_1 en δ_2 bij benadering aan x evenredig.

Waarschijnlijk zijn de waarden δ_1 en δ_2, die beiden een verlies aan electrische energie voorstellen, een gevolg van warmteontwikkeling; waaruit dan zou volgen, dat de electrische polarisatie, behalve in het geval van volmaakte isolatoren, steeds van warmte ontwikkeling vergezeld is.

Uit onze formules volgt nog, dat terwijl de lichtenergie kleiner wordt voor trillingen met grooter golflengte en de energie S, die, wegens het optreden der stroomen, hieraan complementair is, deze laatste te kleiner wordt als λ grooter is.

Daar het verlies evenredig aan de overeenkomstige energie is, volgt dat wat beide energien L en S betreft, dezelfde wetten voor het verlies gelden.

Het hier gezegde geldt vooral in het geval, dat

$$\frac{p}{k^2} = \frac{b^4}{a^2k^2 + b^4};$$

is b gering, zooals bij slechte geleiders het geval is, zoo neemt $\frac{p^2}{k^2}$ toe als λ grooter wordt, doch hare absolute waarde is zeer gering, zoodat bij slechte geleiders zoowel de lichtenergie als haar

verlies onafhankelijk zijn (althans bij benadering) van de golflengte.

Hetzelfde geldt in dit geval voor de energie, die op stroomen betrekking heeft.

Bij lichamen, wier polarisatie gering is wordt $\frac{p^2}{k^2}$ ongeveer gelijk een, ook dan zijn L en S onafhankelijk van de golflengte; L nadert dan echter tot nul.

7. Onderzoeken wij eindelijk de verhouding van het doorgelaten tot het invallende licht bij eene plaat, wier dikte l is.

Daar de amplitude op den afstand $l = \mathrm{A\,U} = \mathrm{A}\,e^{-pl}$, geven de formulen (11) en (12) voor deze verhouding

$$r = \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{E}+\mathrm{T}} = \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{W}} = \left\{1 - \frac{p^2}{k^2}\right\}\mathrm{U}^2,$$

dat is

$$r = \left(1 - \frac{p^2}{k^2}\right) e^{-2pl}, \quad \ldots\ldots\ldots (14)$$

waarvoor wij nog kunnen schrijven

$$r = \frac{a^2 k^2}{a^2 k^2 + b^4}\, e^{-2pl} \quad \ldots\ldots\ldots (14a)$$

Uit deze betrekking volgt dadelijk, dat die verhouding bij volmaakte isolatoren, waar $b = 0$, één is, dat dus al het licht wordt doorgelaten, terwijl bij volmaakte geleiders, waar $a = 0$ is, niets wordt doorgelaten alles geabsorbeerd.

Wanneer wij in de laatste formule a, b, p en k door hunne waarden vervangen volgt eene hoogst merkwaardige betrekking voor de verhouding van het doorgelaten tot het in de plaat dringende licht

$$r = \frac{\mathrm{K}}{\mathrm{K} + \mu \mathrm{C}^2 \lambda^2} \cdot e^{-4\pi\mu \mathrm{CV}l}; \quad \ldots\ldots (14b)$$

hieruit blijkt duidelijk hoe de absorptie door de grootheden K, μ, C en λ bepaald wordt.

Wat de invloed van λ betreft, zoo zien wij dat deze bij isolatoren niet bestaat, dat bij andere lichamen trillingen van grootere golflengte onder overigens gelijke omstandigheden het meest worden geabsorbeerd.

Intusschen zal men omtrent dit punt eerst nader kunnen oordeelen als wellicht latere onderzoekingen een algemeen verband tusschen de in (14*b*) voorkomende physische constanten of althans hunne juiste waarden hebben doen kennen.

Utrecht, Mei 1876.

DESCRIPTION DE QUELQUES ESPÈCES INÉDITES DE

POMACENTROÏDES

DE L'INDE ARCHIPÉLAGIQUE.

PAR

P. BLEEKER.

Pomacentrus melanochir Blkr.

Pomac. corpore oblongo compresso altitudine $2\frac{1}{4}$ ad $2\frac{1}{2}$ in ejus longitudine absque, $3\frac{1}{4}$ ad $3\frac{1}{3}$ in ejus longitudine cum pinna caudali; capite $4\frac{1}{3}$ ad 4^{3} in longitudine corporis; linea rostro-frontali convexa; oculis diametro $2\frac{1}{2}$ ad 3 in longitudine capitis; squamis capite superne usque inter nares extensis; rostro oculo plus duplo breviore; ossibus suborbitalibus alepidotis edentulis; osse praeorbitali oculi diametro triplo vel plus triplo humiliore incisura mediocri ab ossibus suborbitalibus ceteris distincto postice non spinaeformi; dentibus maxillis biseriatis, serie externa apice compressis truncatis, serie interna serie externa brevioribus; dentibus pharyngealibus, superioribus seriebus internis obtusiusculis aliquot exceptis conicis acutis curvatis, inferioribus corpore ossis et crure anteriore conicis obtusiusculis cruribus lateralibus biseriatis rectiusculis serie posteriore ceteris longioribus subsubulatis; maxilla inferiore alepidota; praeoperculo juvenilibus non ad vix aetate provectioribus leviter denticulato, limbo posteriore alepidoto, limbo inferiore squamato, squamis supra limbum inferiorem longitudinaliter triseriatis serie superiore ceteris majoribus; operculo angulo spinula plana; squamis trunco 28 circ. in serie longitudinali, 12 vel 13

in serie transversa quarum 3 vel $3\frac{1}{2}$ supra lineam lateralem sub spina dorsi anteriore; linea laterali sub radiis dorsalibus anterioribus interrupta; pinna dorsali parte spinosa parte radiosa paulo plus duplo longiore spinis postrorsum longitudine sensim accrescentibus, membrana inter singulas spinas incisa lobata; dorsali radiosa dorsali spinosa multo altiore, acutangula radiis postmedianis ceteris longioribus; pectoralibus obtusiuscule rotundatis capite non vel vix brevioribus; ventralibus acutis radio 1° producto capite longiore; anali radiosa forma longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali capite conspicue longiore, profunde emarginata lobis valde acutis superiore inferiore longiore; colore corpore violascente-fusco, inferne dilutiore, capite violascente-aurantiaco; iride purpurescente margine pupillari aurea; squamis capite et trunco plurimis macula oblonga transversa nitente-margaritacea; pinnis pectoralibus aurantiacis basi macula magna fusca; pinnis ceteris fuscis vel aurantiaco-fuscis.

B. 6. D. 13/12 ad 13/14. P. 2/15 vel 2/16. V. 1/5. A. 2/13 vel 2/14. C. 1/13/1 et lat. brev.

Hab. Bali (Boleling); Flores (Larantuca); Timor; Buro (Kajeli); Amboina; in mari.

Longitudo 11 speciminum 45‴ ad 74‴.

Rem. Cette espèce présente le système de coloration et les écailles préoperculaires trisériales des Pomacentrus violascens et taeniurus, qui en sont les plus voisins, mais elle est distincte par l'absence d'écailles mandibulaires, sousorbitaires et au limbe postérieur du préopercule, ainsi que par la couleur brune de la caudale. Les rayons de la dorsale y sont généralement en nombre supérieur et l'anale y est soutenue par au-moins un ou deux rayons de plus. La largeur de la tache pectorale peut faciliter encore la diagnose.

Pomacentrus dimidiatus Blkr.

Pomac. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{1}{5}$ ad $2\frac{1}{4}$ in ejus longitudine absque, $2\frac{4}{5}$ ad 3 in ejus longitudine cum pinna caudali; capite 4 ad 4 et paulo in longitudine corporis; linea rostro-frontali valde obliqua rectiuscula vel convexiuscula; oculis

diametro 3 ad $3\frac{1}{2}$ in longitudine capitis; squamis capite superne usque inter vel ante nares extensis; rostro declivi vix convexo aetate provectioribus oculo non breviore; ossibus suborbitalibus alepidotis conspicue serratis; osse praeorbitali oculi diametro juvenilibus plus duplo aetate provectioribus minus duplo humiliore, incisura profunda ab ossibus suborbitalibus ceteris distincto, inferne antice plus minusve emarginato postice serrato vel in spinam desinente; dentibus maxillis biseriatis integris serie externa apice compressis rotundato-truncatiusculis non contiguis, serie interna serie externa conspicue brevioribus; maxilla inferiore antice alepidota postice squamata; praeoperculo conspicue serrato, limbo posteriore alepidoto, limbo inferiore squamato, supra limbum inferiorem squamis longitudinaliter biseriatis serie superiore ceteris majoribus; operculo angulo spinula plana; squamis trunco 28 circ. in serie longitudinali, 13 vel 14 in serie transversa quarum 3 vel $3\frac{1}{2}$ supra lineam lateralem; linea laterali sub radiis dorsalibus anterioribus interrupta; pinna dorsali parte spinosa parte radiosa paulo plus duplo longiore spinis postrorsum longitudine sensim accrescentibus, membrana inter singulis spinas sat profunde incisa lobata; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore acutiuscule rotundata radiis mediis ceteris longioribus; pectoralibus obtusiuscule rotundatis capite paulo brevioribus; ventralibus acutis radis 1^e leviter producto capite paulo longiore; anali radiosa forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali radiis postmedianis ceteris longioribus; caudali capite non vel vix longiore, sat profunde emarginata, lobis rotundatis superiore inferiore longiore; colore capite superne et dorso nigricante vel fusco, capite inferne, lateribus medio et inferne caudaque aurantiaco; iride rosea vel purpurescente margine pupillari aurea; vittis 2 rostro-nuchalibus coeruleis vel margaritaceis; regione supra-operculari guttula fuscescente; pinna dorsali spinosa fusca; pinnis ceteris aurantiacis vel flavis, pectoralibus macula nulla; — *juvenilibus* (specim. longit. 50‴ ad 58‴) genis et operculis margaritaceo guttulatis; dorsali ocello nigro coerulescente vel margaritaceo annulato spinam penultinam inter et radium 3^m vel 4^m; iride vittula coerulescente percursa; squamis trunco interdum stria transversa margaritacea.

B. 6. D. 13/13 ad 13/15. P. 2/15. V. 1/5. A. 2/13 ad 2/15. C. 1/13/1 et lat. brev.
Hab. Amboina; Timor; in mari.
Longitudo 4 speciminum 50‴ ad 90.‴

Rem. Le système de coloration de cette espèce rappelle celui du Pomacentrus notophthalmus Blkr (= Pom. melanotus Blkr), mais elle est d'un groupe différent et même fort voisine du Pomacentrus trilineatus Ehr., dont cependant elle est distincte non seulement par les détails de la coloration, mais aussi par son profil rostro-frontal oblique et par les écailles bisériales au-dessus limbe préoperculaire inférieur.

Paraglyphidodon Blkr.

Dentes maxillis biseriati integri compressi. Os pharyngeale inferius triangulare. Corpus ovale. Ossa suborbitalia et praeoperculum edentula. Rostrum squamatum. Maxilla superior non vel vix protractilis. Squamae trunco 28 circ. in serie longitudinali. Series squamarum $1\frac{1}{2}$ vel 2 lineam lateralem inter et lineam dorsalem sub spina posteriore. Linea lateralis trunco tubulis simplicibus notata. Pinnae; dorsalis spinis 13 et radiis 12 ad 16 mediis vel praemedianis ceteris longioribus; analis radiis 12 ad 15; caudalis parum vel mediocriter emarginata lobis non productis.

Rem. Le genre comprend les Glyphidodon bonang, melanopus, Behnii, xanthurus, melas, xanthonotus, oxyodon, et l'espèce inédite suivante.

Paraglyphidodon oxycephalus Blkr.

Paraglyph. corpore oblongo compresso, altitudine 2 ad 2 et paulo in ejus longitudine absque, $2\frac{3}{4}$ circ. in ejus longitudine cum pinna caudali; capite 4 circ. in longitudine corporis; oculis diametro $2\frac{1}{2}$ circ. in longitudine capitis; linea rostro-nuchali valde obliqua inferne recta; squamis capite superne usque inter

nares extensis; ossibus suborbitalibus posterioribus alepidotis; osse praeorbitali oculi diametro plus duplo humiliore antice tantum squamato, inferne obtusangulo antice emarginato; rostro non convexo oculo duplo circ. breviore, apice ante oculi partem inferiorem sito: maxilla superiore vix protractili sub oculi margine antoriore desinente; maxilla inferiore squamata; dentibus maxillis serie externa apice truncatis subcontiguis, serie interna serie externa multo gracilioribus sed non ad paulo brevioribus; dentibus pharyngealibus pluriseriatis acutis, superioribus curvatis, inferioribus osse triangulari gracili margine posteriore valde concavo cruribus gracilibus insertis rectiusculis, corpore ossis et crure anteriore conicis, cruribus lateralibus bi-vel uniseriatis acicularibus; praeoperculo limbo posteriore alepidoto, limbo inferiore squamato, squamis supra limbum inferiorem longitudinaliter biseriatis; operculo angulo spinula rudimentaria; squamis trunco 28 circ in serie longitudinali, 13 circ. in serie transversa quarum 3 supra lineam lateralem sub spina dorsi anteriore; linea laterali sub spina dorsali posteriore interrupta; pinna dorsali basi sat dense squamata, parte spinosa parte radiosa duplo circ. longiore, spinis mediocribus postrorsum longitudine sensim accrescentibus, membrana inter singulas spinas sat profunde incisa; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore acutiuscule rotundata radiis praemedianis ceteris longioribus; pectoralibus acutiusculis capite non vel vix brevioribus; ventralibus acutis radio 1° producto capite paulo longiore; anali spina 2ª capite absque rostro sat multo breviore, parte radiosa longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali obtuse rotundata radiis mediis ceteris longioribus; caudali capite non vel vix longiore, sat profunde emarginata lobis acutiusculis superiore inferiore vix longiore; colore corpore pinnisque flavescente: iride aurea.

B. 6. D. 13/12. P. 2/14 vel 2/15. V. 1/5. A. 2/12 vel 2/13. C. 1/13/1 et lat. brev.

Hab. Buro (Kajeli); Timor; in mari.

Longitude 4 speciminum 28‴ ad 60‴.

Rem. Le Paraglyphidodon oxycephalus est nettement caractérisé par les écailles des sousorbitaires postérieurs, par les dents intermaxillaires et mandibulaires externes larges et tronquées et

par les 12 rayons à la dorsale. Il se fait remarquer aussi par le profil rostro-nuchal fort oblique et par les couleurs uniformes et jaunâtres du corps et des nageoires.

Chromis *) *lepidolepis* Blkr.

Chrom. corpore oblongo-ovali compresso, altitudine 2 et paulo in ejus longitudine absque, $2\frac{5}{6}$ circ. in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{1}{3}$ circ. in ejus altitudine; capite $4\frac{3}{5}$ circ. in longitudine corporis, paulo altiore quam longo; oculis diametro $2\frac{1}{2}$ circ. in longitudine capitis; linea rostro-frontali convexa; squamis capite superne usque ante nares extensis; osse praeorbitali oculi diametro plus duplo humiliore; rostro convexo oculo plus duplo breviore apice ante oculi partem inferiorem sito; maxilla superiore mediocriter protractili, sub oculi parte anteriore desinente; dentibus maxillis serie externa ceteris conspicue longioribus conicis curvatis non antrorsum directis; dentibus pharyngealibus pluriseriatis acutis vel acutiusculis, superioribus curvatis, inferioribus osse gracili margine posteriore valde concavo insertis corpore ossis et crure anteriore conicis acutis et acutiusculis, cruribus lateralibus uniseriatis rectiusculis acicularibus; praeoperculo margine posteriore vix concavo denticulis minimis scabriusculo, limbo posteriore alepidoto, limbo inferiore squamato, squamis supra limbum inferiorem basi superne squamulatis longitudinaliter biseriatis; operculo angulo spinula rudimentaria; squamis trunco basi squamulatis 28 circ. in serie longitudinali, 13 in serie transversa quarum 3 supra lineam lateralem sub spina dorsi anteriore; squamis mediis lateribus paulo altioribus quam longis; linea laterali sub radiis dorsalibus anterioribus interrupta; pinna dorsali tota basi sat dense squamata, parte spinosa parte radiosa minus triplo longiore spinis mediocribus sat validis anterioribus 4 ceteris brevioribus, sequentibus subaequilongis, membrana inter singulas spinas parum vel mediocriter incisa; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore obtusiuscule rotundata radiis mediis ceteris longio-

*) *Chromis* Cuv. = Heliases CV. = Heliastes Günth.

ribus; pectoralibus obtusiuscule rotundatis capite 'paulo brevioribus; ventralibus acutis radio 1° producto capite paulo longiore; anali spina 2ª valida capitis parte postoculari multo longiore, parte radiosa forma longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali capite longiore, sat profunde emarginata, lobis acutis superiore inferiore longiore; colore corpore superne fuscescente, inferne dilutiore; iride purpurescente; pinnis dorsali et anali fuscis parte radiosa postice aurantiacis; pinnis pectoralibus, ventralibus et caudali aurantiacis, ventralibus antice, caudali superne et inferne basique fuscis.

B. 6. D. 12/11 vel 12/12. P. 2/16. V. 1/5. A. 2/10 vel 2/11. C. 1/13/1 et lat. brev.

Hab. Timor; in mari.

Longitudo speciminis unici 67'''

Rem. Cette espèce est nettement caractérisée par les petites écailles sur la base des grandes, par les 12 épines dorsales, par la dorsale épineuse squammeuse à 12 épines et par les petites dents du bord préoperculaire postérieur.

Chromis insulindicus Blkr.

Chrom. corpore oblongo-ovali, altitudine $2\frac{1}{3}$ in ejus longitudine absque, 3 circ. in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{1}{2}$ circ. in ejus altitudine; capite $4\frac{1}{2}$ circ. in longitudine corporis, aeque alto circ. ac longo; oculis diametro 3 circ. in longitudine corporis, aeque alto circ. ac longo; oculis diametro 3 circ. in longitudine capitis; linea rostro-frontali convexiuscula; squamis capite superne usque inter nares extensis; osse praeorbitali oculi diametro triplo circ. humiliore; rostro convexo oculi multo breviore, apice ante pupillae partem inferiorem sito; maxilla superiore mediocriter protractili sub oculi parte anteriore desinente; dentibus maxillis serie externa ceteris conspicue longioribus acutis; dentibus pharyngealibus pluriseriatis acutis, superioribus curvatis, inferioribus osse gracili margine posteriore valde concavo insertis corpore ossis et crure anteriore conicis acutiusculis cruribus lateralibus uniseria-

tis rectiusculis subacicularibus; praeoperculo margine posteriore rectiusculo laevi, squamis supra limbum inferiorem longitudinalibus tri-vel subtriseriatis; operculo angulo spinula parva; squamis trunco basi non squamulatis, 27 vel 28 in serie longitudinali, 12 circ. in serie transversa quarum 3 supra lineam lateralem sub spina dorsi anteriore; squamis mediis lateribus paulo altioribus quam longis; linea laterali sub radiis dorsalibus anterioribus interrupta; pinna dorsali tota basi squamata, parte spinosa parte radiosa plus triplo longiore, spinis mediocribus mediis quam anterioribus et posterioribus conspicue longioribus, membraua inter singulas spinas sat profunde incisa; dorsali radiosa dorsali spinosa paulo altiore obtusiuscule rotundata radiis praemedianis ceteris longioribus; pectoralibus et ventralibus acutis radio 1° producto subaequilongis capite paulo longioribus; anali spina 2ª capite absque rostro multo breviore, parte radiosa dorsali radiosa conspicue longiore et non vel vix humiliore obtusangula radiis postmedianis ceteris longioribus; caudali capite longiore profunde incisa lobis valde acutis superiore inferiore longiore; colore corpore superne olivascente, inferne dilutiore vel margaritaceo; iride pinnisque flavescentibus.

B. 6. D. 14/9 vel 14/10. P. 2/16. V. 1/5. A. 2/10 vel 2/11 C. 1/13/1 et lat. brev.

Hab. Amboina; in mari.

Longitudo speciminis unici 93‴.

Rem. Cette espèce est la seule insulindienne du genre connue à 14 épines dorsales. Par ce nombre, ainsi que par celui des rayons de la dorsale et de l'anale, elle est voisine du Chromis chromis Cuv. (l'espèce type du genre) mais celui-ci est distinct par son corps plus trapu, par la dorsale épineuse et l'anale noires et par la caudale à bordure supérieure et inférieure noire.

La Haye, Décembre 1876.

OVER DE ONTWIKKELINGSGESCHIEDENIS

VAN

Tetrastemma varicolor. Oersted.

EENE BIJDRAGE TOT DE KENNIS

DER

NEMERTINEN.

DOOR

C. K. HOFFMANN.



Tijdens mijn verblijf aan het zoologische station der Nederlandsche Dierkunde Vereeniging, dat gedurende de zomermaanden van dit jaar aan den Helder was gevestigd, ben ik in de gelegenheid geweest, de ontwikkelingsgeschiedenis na te gaan van *Tetrastemma varicolor*, eene worm die tot de groep der *Nemertina enopla* behoort, d. i. tot die groep van Nemertinen, die in haar slurp een priemtoestel bezitten.

Verscheidene exemplaren van deze soort van worm werden herhaalde malen gevangen bij het dreggen onder de kust van Texel, waar zij tusschen wier en andere zeeplanten haar verblijf houden. De meeste der gevangen exemplaren waren geslachtsrijp. De ontwikkelingsgeschiedenis werd zoowel bestudeerd aan eijeren, die kunstmatig als aan die welke natuurlijk bevrucht waren. Vooral om de eerste stadien der ontwikkeling na te gaan, werden kunstmatig bevruchte eieren gebruikt, omdat men daar natuurlijk met veel meer nauwkeurigheid den juisten tijd

der bevruchting weet. Die kunstmatige bevruchting gelukt bij *Tetrastemma* zeer gemakkelijk; men behoeft slechts in een schaaltje met zeewater een paar mannelijke en vrouwelijke exemplaren midden door te knippen. Door de hevige spiercontractiën die onmiddellijk op deze kunstbewerking volgen, worden de geslachtsprodukten uitgeperst en men behoeft dan slechts het zeewater — waarin zich de beiderlei geslachtsprodukten bevinden — een weinig te schudden of met een glazen staafje om te roeren, om de spermatozoiden met de eieren in aanraking te brengen. De meeste eieren worden dan bevrucht en beginnen zich regelmatig te ontwikkelen.

De bevruchting vindt buiten het moederlijk organisme plaats. Men kan dit uit het volgende feit besluiten Wanneer men namelijk de eieren, die door het wijfje zijn gelegd, onmiddelijk nadat zij buiten het moederlijk organisme zijn getreden, verwijdert en in een afzonderlijk schaaltje met zeewater bewaart, dan ziet men, dat die eieren zich niet verder ontwikkelen, maar gewoonlijk na eenigen tijd te gronde gaan.

De eieren worden elk afzonderlijk gelegd en niet zooals bij vele andere Nemertinen tot snoeren vereenigd.

De geslachtsrijpe eieren van *Tetrastemma varicolor* hebben een diameter van 0,2 Millm. De dooier is uiterst fijn, maar zeer donker gegranuleerd. Elk ei bevat eene groote kern (diameter = 0,065 Mm.), die door haar lichtgegranuleerden inhoud zeer duidelijk van de donkergegranuleerde dooiermassa zich onderscheidt. Een kernmembraan is in natuurlijken toestand niet te zien. Alleen aan eieren, die onder het compressorium gedrukt zijn, en waar de kern uit het ei is gedreven, kan men aan de kern een uiterst fijne, hyaline membraan waarnemen. In geen enkele eicel vertoonde zich een kernlichaampje in de kern. Elk ei is omgeven door een vlies. Ik wil dit vlies, met den indifferenten naam van het „omhullende vlies" bestempelen, omdat het ten minste tot nu toe, niet met zekerheid bekend is of dit vlies als chorion, dan wel als „dooiervlies" moet beschouwd worden. In de uitstekende monographie van E. VAN BENEDEN *) leest men ten minste „Dans le

*) E. VAN BENEDEN, Recherches sur la composition de l'oeuf etc. Mémoires couronnés publiés par l'Académie Belgique T. XXIV, 1867—1870.

Tetrastemma (obscurum) les différents oeufs sont entourés d'une enveloppe propre, mais il nous serait impossible de dire, si cette membran doit être considerée comme un chorion, ou si elle est une membrane vitelline." Dit vlies is aan den rand voorzien van franjevormige aanhangsels, die zoo uiterst fijn en doorzichtig, zijn, dat zij alleen bij vrij sterke vergrooting kunnen worden waargenomen. (fig. 1). Bij bevruchte eieren zitten tusschen de plooien of vrije ruimten dier franjevormige aanhangsels talrijke spermatozoiden. Eenige dier spermatozoiden moeten het omhullende vlies doorboren, bij bevruchte eieren werden ten minste tusschen dit vlies en de dooier talrijke spermatozoïden aangetroffen.

De spermatozoïden zijn uiterst klein en zeer bewegelijk, het staarteinde vertoont zich ook bij de sterkste vergrooting slechts haarfijn.

De eerste veranderingen, die men aan het bevruchte ei waarneemt, bestaan in een volkomen verdwijnen van de kern. De kern die eerst eene bijna zuivere ronde gedaante heeft, begint van vorm te veranderen, de randen worden meer of minder ingesneden, de inhoud vervloeit en na een half uur is de kern volkomen verdwenen. (fig. 2).

Het verdwijnen van de kern als een der eerste veranderingen in het bevruchte ei, is in den laatsten tijd door een groot aantal waarnemers aan eieren der meest verschillende diersoorten bevestigd. Zoo b. v. om van vroegere waarnemers niet te gewagen door AUERBACH *) bij *Nematoden* (Strongylus auricularis en Ascaris nigrovenosa), door KLEINENBERG †) bij *Hydra,* door KOWALEVSKY §) bij *Beroë*; door GREEFF **) en E. VAN BENEDEN ††) bij *Asteracanthion rubens;* door METSCHNI-

---

*) AUERBACH. Organologische Studiën, 2 Heft 1874.

†) KLEINENBERG. Hydra. Eine anat-entwicklungs-geschichtl. Unters 1874.

§) KOWALEVSKY. Entwickelungs-geschichle der Rippenquallen. Mémoires de l'Academie de St. Petersbourg. T. X, N. 4 1866.

**) GREEFF. Ueber das Verschwinden des Keimbläschens und Keimflecks bei Asteracanthion rubens. Sitzb. der Gesellschaft zur Beförd der gesamm. Naturw. in Marburg. N 5, 1876.

†† E. VAN BENEDEN. Contributions à l'histoire de la vésicule germinative et du premier noyau embryonnaire. Bulletin de l'Acad. royale de Belgique 2m Serie T. XLI. Jan. N. 1, 1876.

KOFF *) bij *Medusen* en *Siphonophoren;* door FLEMMING †) bij *Najaden* (Anadonta en Unio); door SCHENK §) bij *Serpula;* door BÜTSCHLI **) bei *Nematoden* (Cuculanus, Tylenchus, Cephalobus, Rhabditis, Diplogaster) en bij *Slakken* (Succinea Pfeifferi en Lymnaeus auricularis); door STRASSBURGER ††) bij *Phallusia mamillata;* door SELENKA §§) bij *Cucumaria doliolum;* door RABL ***) bij *zoetwaterpulmonaten*; door JHERING †††) bij *Helix*; door FOL §§§) bij *Pteropoden* en *Geryoniden;* door O. HERTWIG ****) bij *Toxopneustes lividus*, enz.

Maar niet alleen aan bevruchte, ook aan onbevruchte eieren van *Tetrastemma varicolor* verdwijnt de kern korten tijd nadat het ei is gelegd (gewoonlijk na een half uur à een uur), wanneer met het slechts in een schaaltje met zeewater bewaart, terwijl het ei zelf na eenigen tijd te gronde gaat. GREEFF ††††) heeft bij Asteracanhion eene dergelijke waarneming gedaan.

Gelijktijdig met het verdwijnen van de kern treden er amoe-

---

*) METSCHNIKOFF. Studien über die Entwickelung der Medusen und Siphonophoren.
Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. Bd. XXIV, 1874.

†) FLEMMING. Studien in der Entwickelungsgeschichte der Najaden.
Wiener Sitzberichte, LXXI, 1875; IIIt Abth. Feb. Heft.

§) SCHENK Entwickelungsvorgänge im Eichen von Serpula.
Wiener Sitzb., Bd. LXX, 1874; III Abth.

**) BÜTSCHLI. Vorläufige Mittheilungen über Untersuchungen betreffend die ersten Entwickelungsvorgänge im befrucht. Ei von Nematoden und Schnecken.
Zeitschrift für wiss. Zoologie, Bd. XXV, p. 201.

††) STRASSBURGER. Sur la formation et la division dez Cellules. Ed. fr. 1875.

§§) SELENKA. Embryologie von Cucumaria doliolum.
Sitzb der physik-medic Societät zu Erlangen 1875.

***) RABL. Zur Ontogernie der Süsswasser-Pulmonaten.
Jenaische Zeitschrift, Bd. IX 1875, pag. 195.

†††) JHERING. Ueber die Entwickelungsgeschichte von Helix.
Jenaische Zeitschrift, Bd. IX 1875, pag. 299.

§§§) FOL. Dic erste Entwickelung des Geryoniden-eies.
Jenaische Zeitschrift, Bd. VII 1873, pag. 471.
FOL. Sur le développement des Ptéropodes.
Archives de zoologie experimentale, Tom. IV, p. 104, 1874.

****) O. HERTWIG. Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies.
Morphol. Jahrb. I, p. 347, 1875.

††††) R. GREEFF. Ueber den Bau der Echinodermen 4te Mitth.
Sitzungsb. der Gesellschaft zur Beförd. gesamm. Naturw, N. 1, 1876.

boide bewegingen in den dooier op. De dooier begint zich saam te trekken en verwijdert zich meer en meer van het omhullende vlies, om na korten tijd zijne vroegere gedaante wederom aan te nemen. Na eenige oogenblikken van rust, beginnen de verschijnselen van samentrekking op nieuw. Gelijktijdig worden een of twee kleine lichaampjes uitgeperst. Deze lichaampjes gewoonlijk onder den naam van „Richtungsbläschen" bekend, worden in de eerste ontwikkelingstadien van het dierlijke ei zeer veelvuldig aangetroffen en zijn door een groot aantal waarnemers gezien en afgebeeld. Over den oorsprong der richtingsblaasjes heerscht voortdurend nog verschil van meening.

Zoo b. v. heeft BÜTSCHLI *) door een zeer nauwkeurig onderzoek trachten aan te toonen, dat bij *Wormen* en *Slakken* de richtingsblaasjes niets anders zouden zijn dan de uit de dooiermassa uitgedreven kern. De zeer donker gegranuleerde dooiermassa belette mij om met zekerheid het ontstaan der richtingsblaasjes bij *Tetrastemma* na te gaan. Steeds vond ik twee van zulke lichaampjes.

Ook over het ontstaan der karyolitische figuren, die door een aantal waarnemers zoo als b. v. AUERBACH †), BÜTSCHLI §), STRASBURGER **), FLEMMING ††), FOL §§) en andere aan eieren van verschillende diergroepen bij het deelingsproces zijn gezien, kan ik bij *Tetrastemma* niets mededeelen. De oorzaak daarvan moet ik voornamelijk hieraan toeschrijven, dat de dooier bij de eieren van *Tetrastemma* zoo donker gegranuleerd is en de eieren daardoor dus volkomen ondoorzichtig zijn, terwijl elke poging om het ei onder het compressorium te drukken

---

*) BÜTSCHLI. Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. 1876.

†) AUERBACH, l. c.

§) BÜTSCHLI, l. c.

**) STRASBURGER, l. c.

††) FLEMMING, l. c.

§§) FOL, l. c.

gewoonlijk mislukt, doordien het omhullende vlies scheurt en de ei-inhoud uittreedt.

Wanneer de „Richtungsbläschen" zijn uitgeperst, dan begint zich op de oppervlakte van den dooier eene ondiepe insnoering te vertoonen, die na eenige oogenblikken weder verdwijnt, om na eene korte pauze op nieuw terug te komen. Somtijds herhaalt zich dit eenige keeren achter elkander.

Eindelijk wordt de insnoering blijvend, wordt dieper en dieper, totdat ten slotte het ei in twee gelijke helften is verdeeld, hetgeen gewoonlijk een uur na de bevruchting plaats vindt. In geen der beide deelstukken was een kern te zien (fig. 3). Ook aan eieren die onder het compressorium gedrukt waren, gelukte het niet een kern zichtbaar maken. Op de deeling in tweeën volgt een stadium van rust. Dit stadium is echter van korten duur. Weldra begint elk der beide deelstukken dezelfde verschijnselen te vertoonen, als voor korten tijd het nog onverdeelde ei, totdat ten slotte elk deelstuk in twee volkomen gelijke helften is verdeeld en het ei dus nu uit vier volkomen gelijke splijtingsbollen bestaat. Elk dezer vier splijtingsbollen herhaalt dezelfde verschijnselen, maar de deeling begint thans sneller te geschieden en binnen twee uur heeft zich het ei in acht gelijke deelen verdeeld (fig. 5). Zoo spoedig er acht splijtingsbollen zijn, is in elk der deelstukken wederom een kern zeer duidelijk te zien. Deze kern onderscheidt zich even als in het nog onbevruchte ei, door haar licht gegranuleerden inhoud zeer duidelijk van het donker gegranuleerde protoplasma der splijtingsbollen.

De deeling herhaalt zich nu regelmatig verder, binnen 3 uur zijn er 64 deelstukken ontstaan, totdat ten slotte na voortdurend voortgezette deeling het ei in het zoogenaamde moerbeistadium overgaat (fig. 6). Na het moerbeistadium beginnen de splijtingsbollen die aan de peripherie gelegen zijn wederom eenigszins meer eene gelijkmatige en effen oppervlakte te vormen. Dit geschiedt voornamelijk door de meerdere of mindere cylindervormige gedaante, die de buitenste laag der splijtingsbollen aanneemt. Aan de vrije oppervlakte dier splijtingsbollen ontwikkelen zich uiterst fijne trilharen, terwijl aan het vooreinde een bundel van zeer lange, maar uiterst fijne haren ontstaat.

Het embrijo begint zich thans binnen het omhullende vlies te bewegen en rekt zich meer of min in longitudinale richting, zoodat het daardoor eene meer of minder eivormige gedaante aanneemt. Ten slotte breekt het door het omhullende vlies heen en begint een vrij en zelfstandig leven. Eene instulping was tot op het oogenblik, waarop het embrijo het omhullende vlies doorbreekt en een vrij leven begint, niet waar te nemen, zoodat een Gastraea-vorm hier dus niet wordt aangetroffen. Zoo spoedig de embrijonen vrij zijn, begeven zij zich gewoonlijk naar de oppervlakte van het zeewater en naar die zijde van het glazen vat, dat naar het licht is gekeerd. Ongeveer 24 uur na de bevruchting zijn de embrijonen gewoonlijk reeds zoover ontwikkeld, dat zij het omhullende vlies doorbreken en zich vrij in het zeewater bewegen (fig. 7).

Om de verdere ontwikkeling der embrijonen met eenig goed gevolg te bestudeeren, bleek al zeer spoedig de noodzakelijkheid om in verschillende richtingen dwarse doorsneden door de embrijonen te moeten vervaardigen. Dit was daarom te meer noodig, omdat de embrijonen volkomen ondoorzichtig waren en eene instulping zich nergens liet waarnemen.

Om echter met eenig goed gevolg, dwarse doorsneden in verschillende richtingen door zulke teedere embrijonen te kunnen vervaardigen, was het noodzakelijk om ze van te voren kunstmatig te verharden. De volgende handelwijze heeft mij de beste resultaten gegeven. Met eene fijne pipet, werden 30 à 40 embrijonen, zoo voorzichtig mogelijk, uit het glazen vat, waarin zij tot ontwikkeling gekomen zijn, opgezogen en in een reageerkelk met zoo weinig mogelijk zeewater geïsoleerd. Daarop werden zij overgoten met een mengsel van gelijke deelen osmiumzuur van 0,5 pCt. en bi-chrom. pot. van 3 pCt. Dit mengsel heeft mij uitstekende diensten bewezen, want niet alleen dat daardoor het uiterst teedere weefsel der embrijonen eene snijbare consistentie verkrijgt, maar bovendien wordt het door osmiumzuur zwart gekleurd. Na een half uur werd het

mengsel afgegoten, de zoo verharde en zwart gekleurde embrijonen met gedistilleerd water afgewasschen en dan in absoluten alcohol gebracht. Vervolgens kwamen zij eenige minuten in gerectificeerde terpentijn om dan in paraffin te worden ingesloten. Met behulp van het Leijser'sche microtoom konden dan de fijnste coupes door de zoo behandelde embrijonen worden vervaardigd. Aangezien de embrijonen zoo uiterst klein waren — nauwelijks hadden zij $^1/_8$ Mill. diameter — gingen bij de zoo even aangegeven verschillende handelwijzen, meer dan de helft verloren. Gelukkig kon ik over een zeer groot aantal embrijonen beschikken, zoodat ik toch in de gelegenheid was talrijke coupes te kunnen vervaardigen.

De eerste veranderingen die men aan de vrij levende embrijonen waarneemt, bestaan in eene differentieering der aan de peripherie gelegen splijtingsbollen tot eene regelmatige laag van cellen — die het ectoderm of buitenste kiemblad vormen. Het protoplasma van de cellen van dit ectoderm, is aan de peripherie — waar de trilharen ontspringen — meer donker gegranuleerd, terwijl het naar binnen gekeerde gedeelte dier cellen uiterst licht gegranuleerd is en een groote, bijna volkomen hyaline kern bevat. Op de cellen van dit buitenste kiemblad die ééne enkele laag vormen, volgen dan de nog niet gedifferentieerde splijtingsbollen, die het lichaam van het embrijo geheel opvullen. Dit is, zoowel aan coupes in longitudinale als in transversale richting genomen, volkomen duidelijk waar te nemen. Van eene instulping of van de ontwikkeling van een darmkanaal is in dit stadium hoegenaamd nog niets te zien (zie fig. 8 en fig. 9). De differentieering van de buitenste laag splijtingsbollen tot eene regelmatige cellenlaag, tot het ektoderm of buitenste kiemblad is niet alleen aan doorsneden, maar ook aan levende embrijonen zeer duidelijk te zien, vooral wanneer zij voorzichtig en zeer zacht onder het compressorium worden gedrukt (zie fig. 7).

Na 5—6 dagen, wanneer de bundel van lange trilharen aan het vooreinde van het lichaam nog volkomen duidelijk zichtbaar is, ontwikkelen zich aan het achtereinde 1—2 lange, uiterst dunne stijve haren of borstels. Maakt men in dit stadium door de embrijonen dwarsche doorsneden, dan ziet men

dat de overige splijtingsbollen ook langzaam tot regelmatige cellenlagen zich beginnen te differentieeren.

Dwarsche doorsneden toch leeren, dat op de buitenste laag of het ektoderm, eene laag van lange, min of meer smalle, cylindervormige cellen volgt, die eveneens slechts eene enkele laag vormen en het middelste kiemblad of mesoderm daarstellen, terwijl daarop een laag van platte meer donker gegranuleerde cellen volgt, die het entoderm of binnenste kiemblad vormen. Binnen deze laag van het entoderm liggen nu de nog overgeblevene splijtingsbollen, die zich niet differentieeren, maar in vettige degeneratie overgaan en zoo tot voeding van het embrijo dienen (fig. 10).

In dit stadium kan men aan het embrijo dus drie kiembladen onderscheiden, het buitenste kiemblad, het ektoderm of huidblad, het middelste kiemblad, het mesoderm of spierblad en het binnenste kiemblad, het entoderm of darmklierblad.

Onderzoekt men in dit stadium nog levende embrijonen onder het microscoop dan kan men zich gemakkelijk overtuigen, dat de vroegere, elkander volkomen gelijkende splijtingsbollen thans zich tot cellen gedifferentieerd hebben die duidelijk drie verschillende lagen vormen. Een darmwand gevormd door de cellen van het entoderm is zeer goed te zien. De darmholte, die met eene in vettige degeneratie verkeerende masse gevuld is, afstammende van die splijtingsbollen, die geen deel aan den opbouw van het embrijo genomen hebben, staat nog niet met den buitenwereld in communicatie, mond- en anusopening hebben zich nog niet gevormd.

Op den zesden dag beginnen zich de lange zweepvormige haren aan het vooreinde van het lichaam, alsmede de lange dunne, stijve haren aan het achterste lichaamseinde terug te vormen, aan het voorste lichaamseinde ontwikkelen zich aan de rugzijde één paar, later twee paar kleine pigmentvlekken, die aan het lichaam dezelfde plaats innemen als de beide paren oogen bij het volwassen dier. Of den zevenden dag breekt de mondopening van binnen naar buiten open, korten tijd later op dezelfde wijze de anus-opening en het jonge individu gelijkt nu reeds in gedaante geheel op het moederdier (fig. 11).

De ontwikkeling is bij *Tetrastemma varicolor* dus eene di-

recte. Ook door andere schrijvers wordt aangegeven, dat de soorten van het geslacht *Tetrastemma* zich direct ontwikkelen, dit is zonder metagenesis. Zoo b. v. lezen wij bij METSCHNIKOFF *) in zijne „Entwickelung der Echinodermen und Nemertinen" het volgende met betrekking tot de ontwikkeling van een *Tetrastemma* door hem in Napels waargenomen: „die Segmentation ist eine totale, die Zellen sind kuglig und eine Segmentationshöhle ist nicht vorhanden. Die Zellen lagern sich in zwei Massen, deren weitere Entwickelung der Undurchsichtigkeit halber nicht zu verfolgen gewesen sei. Der Darm wird nicht eingestülpt, sondern aus der centralen Masse der Embryonalzellen herausgebildet." Hoe kort die mededeeling van METSCHNIKOFF ook zijn moge, zoo stemt zij toch in hoofdzaak volkomen overeen met het resultaat door mij verkregen. DIECK †) die de ontwikkelingsgeschiedenis van *Cephalothrix Galatheae*, eene eveneens tot de *Nemertinen* behoorende worm in Messina heeft nagegaan, vond ook bij deze soort, de uitwendige cellenlaag, het ektoderm, aan de vrije oppervlakte met cilien bezet, terwijl reeds vroeger het entoderm door differentieering eener tweede, binnenste cellenlaag ontstaan is. Inwendig bevindt zich in het embrijo eene holte, die gevuld is „mit einem granulösen Inhalte", dien hij als de rest der voedingsdooier (Deutoplasma VAN BENEDEN) beschouwt. Eerst veel later breekt van binnen naar buiten de mondopening door en nog later op dezelfde wijze de anusopening. Maar *Cephalothrix* onderscheidt zich van *Tetrastemma*, doordien bij den eerstgenoemde de ontwikkeling niet direkt plaats vindt, aangezien bij *Cephalothrix* het oude wimperkleed wordt afgestooten om voor een nieuw plaats te maken, dat zich reeds onder het oude wimperkleed heeft aangelegd.

Over de verdere ontwikkeling kan ik slechts tot mijn leed-

*) E. METSCHNIKOFF. Mémoires de l'Acad impériale des sciences de St. Petersbourg. Bd XIV, 1870.

†) G. DIECK. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Nemertinen. Jenaische Zeitschrift, Bd 8, 1874, p. 500.

wezen zeer weinig mededeelen, doordien het grootste gedeelte van het materiaal was verbruikt en het ongunstige weder mij belette om voor nieuwen voorraad te zorgen. Wat ik heb kunnen waarnemen deel ik hier mede:

Ongeveer even onder de plaats waar het onderste paar pigmentvlekken gelegen is, begint op den 7 à 8 dag de ektodermlaag sterk te prolifereeren zooals aan dwarse doorsneden zeer duidelijk zichtbaar was. Uit deze binnenwaarts gekeerde verdikking van het ektoderm ontwikkelt zich het zenuwstelsel. In het voorste gedeelte van het lichaam zendt het darmkanaal aan de rugzijde een breed verlengsel uit, dat zich van lieverlede van den darm meer begint af te snoeren en tot slurp wordt, ten minste tot het klierachtige gedeelte van den slurp. Op die plaats, waar het darmkanaal zich begint af te snoeren ontstaat het eerst eene sterke woekering van het mesoderem, waaruit zich de spieren voor den slurp zullen ontwikkelen, terwijl korten tijd daarna ook de andere cellen van het middelste kiemblad zich beginnen te vermenigvuldigen en zoo de huidspierzak doen ontstaan. Op welke wijze de slurp naar buiten doorbreekt weet ik niet, of hier, evenals bij de vorming van de mondopening de slurp van binnen naar buiten doorbreekt, dan wel of aan het vooreinde van het lichaam eene instulping ontstaat, die dan naar binnen doorbreekt en zoo met het van de darm afgesnoerde slurpgedeelte zich vereenigt, kan ik niet aangeven. Van bloedvaten en geslachtsorganen was in dit stadium nog niets te zien.

Wanneer wij de hier verkregen resultaten kort samenvatten dan vinden wij:

1. Bij Tetrastemma varicolor verdwijnt de kern in het bevruchte ei volkomen. Hetzelfde vindt ook plaats bij het niet bevruchte ei.

2. De deeling is eene volkomene en regelmatige.

3. Uit de in den beginne elkander volkomen gelijkvormige splijtingsbollen ontwikkelen zich drie kiembladen, ektoderm, mesoderm en entoderm De overige splijtingsbollen, die de centrale massa vormen en binnen het entoderm zijn gelegen, gaan in vettige degeneratie over en dienen zoo het embrijo tot voeding.

4. Het ektoderm, dat zich het eerst differentieert, bedekt zich regelmatig met trilharen. Aan het vooreinde van het embrijo ontstaat een bundel van zeer lange en uiterst dunne zweepharen en aan het achtereinde 1—2 lange, stijve haren.

5. Uit het ektoderm ontwikkelt zich de epidermis en het zenuwstelsel; uit het mesoderm, de huidspierzak, de spieren voor den slurp en met groote waarschijnlijkheid ook het bloed en het bloedvatenstelsel; uit het entoderm het darmkanaal en in het voorste lichaamseinde door afsnoering van het entoderm, het klierachtig gedeelte van den slurp.

6. De mond- en anusopening vormen zich niet door instulping, maar breken van binnen naar buiten door. Eene Gastraea-vorm komt bij *Tetrastemma varicolor* dus niet voor.

7. De ontwikkeling van *Tetrastemma* varicolor is eene directe.

8. Op den vijfden à zesden dag der ontwikkeling beginnen zich de zweepvormige haren aan het voorste lichaamseinde alsmede de 1—2 lange stijve haren aan het achterlichaamseinde zich terug te vormen en vertoonen zich het eerst de oogvlekjes.

VERKLARING DER FIGUREN.

r. Richtingsblaasje.
m. Omhullend vlies.
ek. Ektoderm.
mes. mesoderm.
en. entoderm.
v. mond.
a. anus.

Fig. 1. Nog onbevrucht ei van Tetrastemma varicolor. Hartnack Obj. 5.

Fig. 2. Bevrucht ei, waarin de kern verdwenen is. Zeiss. Obj. BB.

Fig. 3. Ei in tweeën gedeeld. Zeiss. Obj. BB.

Fig. 4. Ei in vier splijtingsbollen verdeeld. Zeiss. Obj. BB.

Fig. 5. Ei in acht splijtingsbollen verdeeld. Zeiss. Obj. BB.

Fig. 6. Moerbeistadium. Zeiss. Obj. BB.

Fig. 7. Embryo op het eine van den tweeden dag. Zeiss. Obj. BB.

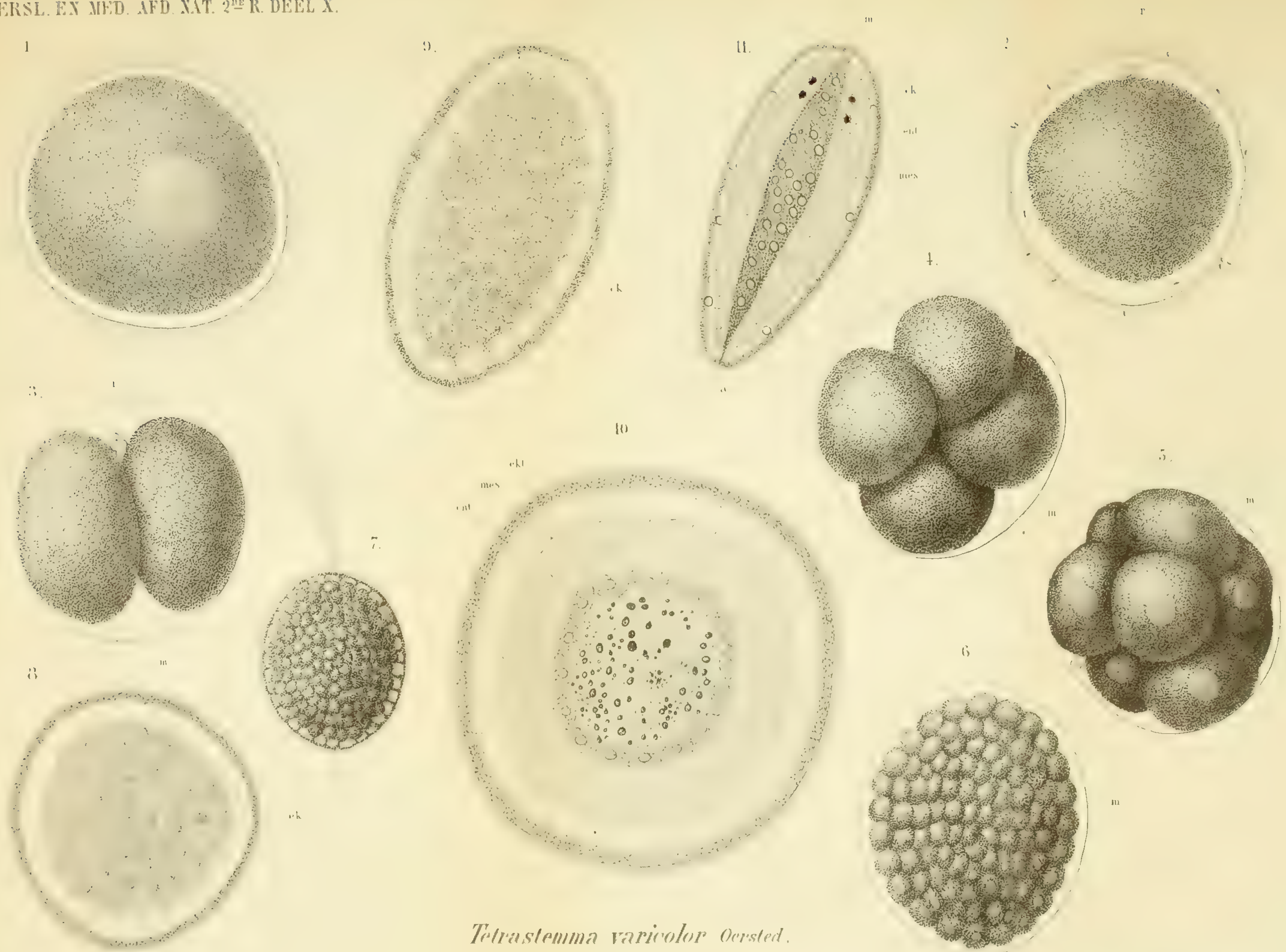
Fig. 8. Dwarse doorsnede door een embryo van den 4n dag. Hartnack Obj. 8.

Fig. 9. Sagittale doorsnede door een embryo van den 4n dag. Hartnack Obj. 8.

Fig. 10. Dwarse doorsnede door een embryo van den 6n dag. Hartnack Imers. 10.

Fig. 11. Jong individu op den 7n dag. Hartnack Obj. 4.

NB. Alle figuren zijn met het teekenprisma nageteekend.



Tetrastemma varicolor Oersted.

W.m. Trap imp.

INHOUD

VAN

DEEL X. — STUK 3.

---

bladz.



GEDRUKT BIJ DE BOEVER - KRÖBER - BAKELS.



GEDRUKT BIJ DE BOEVER - KRÖBER - BAKELS.

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

Afdeeling NATUURKUNDE.

TWEEDE REEKS.

ELFDE DEEL.



AMSTERDAM
C. G. VAN DER POST.
1877.

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

E

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

Afdeeling NATUURKUNDE.

TWEEDE REEKS.

ELFDE DEEL.



AMSTERDAM,
C. G. VAN DER POST.
1877.

GEDRUKT BIJ DE ROEVER-KRÖBER-BAKELS.

INHOUD

VAN HET

ELFDE DEEL

TWEEDE REEKS.

VERSLAGEN.

MEDEDEELINGEN.

SUR LES ESPÈCES

CONFONDUES SOUS LES NOMS DE

CHRYSOPHRYS HASTA, BERDA, CALAMARA ET SCHLEGELI.

PAR

P. BLEEKER.

Les espèces de Sparus (=Chrysophrys, Pagrus et Pagellus Cuv. Val.) *) décrites sous les noms de Chrysophrys hasta, berda, calamara, datnia et Schlegelii ont besoin d'être mieux reconnues et mieux établies. Les tentatives, faites pour reduire ces espèces à leur véritable valeur ne peuvent pas être dites avoir trop bien réussies. Les descriptions et les figures de ces formes étant presque toutes insuffisantes il reste un peu difficile d'établir rigoureusement leur synonymie.

Dans cette notice il s'agit de bien établir les trois espèces, que je décris ici sous les noms de Sparus Schlegeli, de Sparus datnia et de Sparus hasta, espèces fort voisines l'une de l'autre et confondues entre elles et avec le Sparus berda Forsk., mais qui présentent des caractères très-nets.

Elles appartiennent au groupe du genre où les molaires sont tri- ou plurisériales, les épines de la dorsale fortes et raides, et où la seconde épine anale est notablement plus longue que la troi-

*) Le genre Chrysophys Cuv. ayant pour type la même espèce, le Sparus aurata L., que le genre Artédien Sparus, il n'y avait pas lieu de substituer le nom de Chrysophrys à celui de Sparus. Il me semble que les genres Pagrus et Pagellus ne sont pas valides et doivent être réunis avec le Sparus. Le genre Monotaxis Benn. (= Sphaerodon Rüpp.) mérite d'être conservé, non seulement à cause des molaires unisériales et des dents postsymphysiennes grêles et acérées mais aussi par la nature du dessus de la tête qui ne porte d'écailles que sur la région posttemporale,

sième. — Toutes les trois ont le dos élevé, le profil droit, et moins de soixante écailles sur une rangée longitudinale du tronc; mais elles se distinguent suffisamment par l'écaillure et par les proportions de la hauteur du corps, de la tête et de la partie libre de la queue. Les descriptions suivantes ont été prises sur les individus de mon cabinet. J'y ai ajouté la figure de chacune d'elles faite sur des individus d'une taille à peu-près égale.

Le Sparus Schlegeli se fait aisément reconnaître par les 6 ($5\frac{1}{2}$) rangées d'écailles au-dessus de la ligne latérale et par les petites écailles préoperculaires. Le datnia et le hasta n'ont que 4 rangées d'écailles au-dessus de la ligne latérale et les écailles préoperculaires plus grandes, mais dans le datnia les rangées transversales du tronc sont plus nombreuses que dans le hasta et ce dernier se distingue en outre du datnia par son corps plus trapu et par sa tête plus haute.

Sparus Schlegeli Blkr, Tab. 1.

Spar. corpore oblongo valde compresso, altitudine $2\frac{2}{3}$ circ. in ejus longitudine absque, $3\frac{1}{3}$ circ. in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{3}{5}$ circ. in ejus altitudine; capite obtuso $3\frac{1}{3}$ circ. in longitudine corporis absque, $4\frac{1}{6}$ circ. in longitudine corporis cum pinna caudali, aeque alto ac longo; latitudine capitis 2 et paulo in ejus longitudine; fronte usque supra pupillae partem anteriorem squamata; fascia squamarum temporali parum distincta; linea rostro-dorsali capite rectiuscula, nucha convexa; oculis diametro $3\frac{2}{3}$ circ. in longitudine capitis, diametro 1 circ. distantibus; orbita antice leviter tumida; naribus posterioribus anterioribus valvula claudendis multo majoribus, orbitae approximatis, ante mediam pupillae perforatis, oblongis; rostro oculo non longiore; osse praeorbitali sub oculo oculi diametro longitudinali duplo fere humiliore; maxillis subaequalibus, superiore sub oculi dimidio anteriore desinente; dentibus utraque maxilla utroque latere, antice serie externa caninis 3 mediocribus conicis curvatis intermaxillaribus subaequalibus inframaxillari externo ceteris breviore seriebus internis

pluriseriatis parvis conico-graniformibus, lateribus inaequalibus intermaxillaribus 3- ad 4-seriatis inframaxillaribus 3-seriatis serie externa anterioribus conicis valde obtusis posterioribus graniformibus seriebus internis graniformibus postrorsum magnitudine accrescentibus molari posteriore ovali ceteris multo latiore nullo; dentibus pharyngealibus conicis acutis, superioribus singulis ossibus anterioribus, inferioribus serie posteriore ceteris longioribus et magis curvatis; praeoperculo margine libero laeviusculo limbo alepidoto parte squamata postsuborbitali plus duplo graciliore, parte squamata medio squamis in series 8 vel 9 transversas dispositis; operculo angulo in spinam parvam desinente, medio squamis transversim 4— vel 5 seriatis; linea laterali valde curvata; cauda parte libera paulo longiore quam postice alta; squamis trunco angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra lineam lateralem in series 56 circ., infra lineam lateralem in series 48 ad 50 transversas dispositis; squamis 19 circ. in serie transversali basin pinnae ventralis inter et pinnam dorsalem quarum 6 ($5\frac{1}{2}$) lineam lateralem inter et spinas dorsales medias; squamis 42 circ. in serie horizontali angulum operculi inter et basin pinnae caudalis; pinna dorsali spinis validis compressis valde heteracanthis apice non flexilibus 3ª 4ª et 5ª ceteris longioribus capitis parte postpupillari non vel vix brevioribus, spina postica radio 1° breviore; dorsali radiosa dorsali spinosa paulo humiliore obtusa convexa; pectoralibus falcatis capite sat multo longioribus; ventralibus capite paulo brevioribus; anali spinis crassis 2ª validissima spina 3ª longiore et crassiore oculo duplo circ. longiore; caudali profunde emarginata lobis acutis capite paulo brevioribus; colore corpore superne viridescente singulis squamis medio macula profundiore, inferne argenteo; iride flavescente vel argentea; pinnis flavescentibus vel aurantiacis, dorsali spinosa margine superiore fuscescente (statu recentiore, corpore fasciis 6 vel 7 transversis diffusis latis fuscescentibus; praeoperculo vittulis 5 ad 8 longitudinalibus fuscis).

B. 6. D. 11/11 vel 11/12. P. 2/13. V. 1/5. A. 3/8 vel 3/9. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Chrysophrys longispinis* CV., Poiss. VI p. 85 (ex parte = specimen japonicum); Schl., Faun. Japon. Poiss. p. 68

tab. 32; Rich., Rep. ichth. Chin. Rep. 15h meet. Brit. Assoc. p. 240?

Chrysophrys Schlegeli Blkr, Verh. Bat. Gen. XXVI Nieuwe nalez. ichth. Japan p. 86 (ex parte).

Dentex hasta CV., Poiss. VI p. 189?, Günth., Cat. Fish. I p. 373?

Chrysophrys Cuvieri Day, Fish. India p. 141 tab. 34 fig. 3??

Chrysophrys berda Day, Fish. Ind. p. 140 ex parte? et tab. 34 fig. 2??

Hab. Japonia (Nagasaki); in mari.

Longitudo speciminis descripti 160‴.

Rem. Le Sparus Schlegeli se fait aisément distinguer des Sparus datnia et hasta par les six rangées longitudinales d'écailles entre la ligne latérale et les épines médianes de la dorsale, par les environ 56 rangées transversales d'écailles au-dessus de la ligne latérale, par les 8 ou 9 rangées transversales d'écailles entre le sousorbitaire et le bord libre du préopercule, et par le peu de largeur du limbe du préopercule qui mesure plus de 2 fois dans celle de sa partie squammeuse postsousorbitaire.

Cuvier et Valenciennes, dans leur article sur le Chrysophrys longispinis, qui n'est autre que le Sparus datnia, parlent d'un poisson du Japon qu'ils rapportent au longispinis, mais qui probablement est de l'espèce actuelle. Ce qui paraît plus certain, c'est que la figure du Chrysophrys longispinis dans la Faune du Japon est prise sur un individu du Schlegeli. Cette figure rend même assez exactement l'écaillure du dos et du préopercule par laquelle le Schlegeli se fait aisément reconnaître. Lorsque je publiai, il y a plus de vingt ans, la description du Chrysophrys Schlegelii, je n'avais pas encore reconnu l'importance d'une formule exacte et bien définie pour la détermination rigoureuse des espèces. Aussi cette description se rapporte en partie à des individus du Sparus datnia, que je n'avais pas alors reconnus comme tels.

Tout récemment M. Day vient d'annoncer que le poisson de Malabar, décrit par Cuvier-Valenciennes sous le nom de Dentex hasta, n'est point un Dentex mais un Chrysophrys (Sparus) et

qu'il est de l'espèce qu'il décrit et figure sous le nom de Chrysophrys Cuvieri. Je ne m'étonnerais nullement s'il fut prouvé que cette espèce est identique avec le Schlegeli. Elle n'habiterait pas alors seulement le Japon mais aussi la côte de l'Inde continentale.

Sparus datnia Blkr, Tab. 2.

Spar. corpore oblongo valde compresso, altitudine $2\frac{1}{3}$ ad $2\frac{2}{5}$ in ejus longitudine absque, 3 fere ad $3\frac{1}{8}$ in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis $2\frac{1}{2}$ ad $2\frac{3}{4}$ in ejus altitudine; capite obtuso 3 ad $3\frac{2}{5}$ in longitudine corporis absque, $3\frac{4}{5}$ ad $4\frac{1}{3}$ in longitudine corporis cum pinna caudali, aeque alto ac longo; latitudine capitis 2 fere ad 2 et paulo in ejus longitudine; fronte usque supra pupillam squamata; fascia squamarum temporali bene distincta; linea rostro-dorsali capite rectiuscula, nucha convexa; oculis diametro 3 ad $3\frac{2}{3}$ in longitudine capitis, diametro $\frac{3}{4}$ ad 1 distantibus; orbita antice leviter tumida; naribus posterioribus naribus anterioribus valvula claudendis multo majoribus, orbitae approximatis, ante mediam pupillam perforatis, oblongo-rimaeformibus; rostro oculo non ad vix longiore; osse praeorbitali sub oculo oculi diametro longitudinali duplo fere ad plus duplo humiliore; maxillis subaequalibus, superiore sub oculi dimidio anteriore desinente; dentibus utraque maxilla utroque latere, antice serie externa caninis 2 vel 3 mediocribus conicis curvatis inframaxillaribus subaequalibus intermaxillari interno ceteris vulgo majore seriebus internis pluriseriatis conico-graniformibus, lateribus inaequalibus intermaxillaribus 4- seriatis inframaxillaribus 3-seriatis serie externa anterioribus conicis valde obtusis posterioribus graniformibus seriebus internis graniformibus postrorsum magnitudine accrescentibus molari posteriore ovali ceteris multo latiore nullo; dentibus pharyngealibus conicis acutis, superioribus singulis ossibus anterioribus, inferioribus serie posteriore ceteris longioribus et magis curvatis; praeoperculo margine posteriore edentulo vel scabriusculo, limbo alepidoto parte squamata postsuborbitali duplo circ. graciliore, parte squamata medio squamis in series 5 transversas dispositis; operculo angulo in spinam par-

vam desinente, medio squamis transversim 4- vel 5- seriatis; linea laterali valde curvata; cauda parte libera juvenilibus non, aetate provectioribus paulo longiore quam postice alta; squamis trunco angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra lineam lateralem in series 48 vel 49, infra lineam lateralem in series 42 vel 43 transversas dispositis; squamis 15 circ. in serie transversali basin pinnae ventralis inter et pinnam dorsalem quarum 4 lineam lateralem inter et spinas dorsales medias; squamis 38 circ. in serie horizontali angulum operculi inter et basin pinnae caudalis; pinna dorsali spinis validis compressis valde heteracanthis apice non flexilibus 3ª, 4ª et 5ª ceteris et capitis parte postpupillari longioribus spina postica radio 1° breviore; dorsali radiosa dorsali spinosa conspicue humiliore obtusa convexa; pectoralibus falcatis capite longioribus; ventralibus capite brevioribus; anali spinis crassis 2ª validissima spina 3ª longiore et crassiore oculo duplo ad sat multo plus duplo longiore; caudali profunde emarginata lobis acutis capite paulo brevioribus; colore corpore superne ex griseo viridi, inferne argenteo; iride flavescente vel argentea; seriebus squamarum longitudinalibus corpore superne singulis medio vittula griseo-fusca e maculis parvis contiguis vel continuis composita; pinnis flavescentibus, dorsali spinosa margine superiore fuscescente.

B. 6. D. 11/11 vel 11/12 vel 12/10 vel 12/11. P. 2/13. V. 1/5. A. 3/8 vel 3/9. C. 1/15/1 et lat. brev.

Syn. *Coius datnia* Ham. Buch., Fish. Gang. p. 88 tab. 6 fig. 29.
Chrysophrys longispinis CV., Poiss. VI p. 85 (ex parte = specim. bengalens.); Blkr, Verh. Bat. Gen. XXIV Nalez. ichth. Bengal. p. 93 (specimina spinis dorsi 12).
Chrysophrys xanthopoda et *auripes* Rich., Rep. ichth. China, Rep. 15ʰ meet. Brit. Assoc. p. 241?
Chrysophrys hasta Günth., Cat. Fish. I p. 490, ex parte; Day, Fish. Malab. p. 29.
Chrysophrys berda, var. *calamara* Day, Fish. India tab. 35 fig. 2.

Hab. Japonia (Nagasaki), in mari (specimina spinis dorsi 11); Calcutta, in flumine Hooghly (specimina spinis dorsi 12).
Longit. 5 spec. japon., 96‴ ad 186‴, 6 spec. bengal. 67‴ ad 125‴.

Rem. Cette espèce a en commun avec le Sparus hasta Bl. Schn. les quatre rangées d'écailles au-dessus de la ligne latérale et la même formule des écailles préoperculaires et operculaires, mais on y trouve quelques écailles de plus dans les rangées longitudinales au–dessus et au-dessous de la ligne latérale, et elle se distingue encore du hasta par le corps qui est moins trapu et par la tête qui est aussi longue que haute.

Le Sparus datnia fut le premier décrit et figuré par Hamilton Buchanan sous le nom de Cojus datnia. Le nom de hasta sous lequel il fut indiqué par M. Günther ne peut donc lui être appliqué et ne convient qu'au Sparus berda CV. (nec Rüpp.) et qu'au Chrysophrys calamara CV. qui sont spécifiquement identiques avec le Sparus hasta de Bloch Schneider.

Les individus du Sparus datnia vus par Hamilton Buchanan paraissent tous avoir eu douze épines dorsales.

Cuvier et Valenciennes citent le même nombre d'épines d'une daurade du Bengale qu'ils décrivent sous le nom de Chrysophrys longispinis et dans lequel ils ne reconnurent pas le Cojus datnia Ham. Buch.

J'ai examiné la même espèce dans six individus du Bengale de 67''' jusqu'à 125''' de long, tous aussi à 12 épines dorsales. Je possède encore trois de ces six individus et en tant qu'ils permettent encore d'y compter les écailles je trouve leur formule tout à fait correspondante à celle des individus décrits ci–dessus qui toutes ont la dorsale soutenue par 11 épines seulement.

L'examen de quelques poissons du Japon, conservés dans mon cabinet sous le nom de Chrysophrys Schlegeli, vient de prouver qu'ils appartiennent à deux espèces bien distinctes, dont l'une n'est autre que le Sparus datnia et l'autre celle dont M. Schlegel a publié une figure sous le nom de Chrysophrys longispinis.

Les individus du British Museum à 12 épines cités par M. Günther dans son article Chrysophrys hasta (Cat. Fish. I p. 490) sont manifestement des Cojus datnia et la révision des individus à 11 épines dorsales, cités dans le même article, y fera probablement aussi découvrir quelques uns de la même espèce.

Dans les Fische du Voyage du Novara (p. 88) il est fait quelques observations par rapport à des individus de Java et de Manilla, considérés comme des Chrysophrys hasta Günth., mais qui pourraient bien appartenir en partie au Sparus datnia et en partie au Sparus hasta, question que ne pourra être resolue que par l'examen nouveau des spécimens conservés à Vienne.

Le Chrysophrys hasta décrit par M. Day dans ses Fishes of Malabar (p. 29) n'est pas trop bien reconnaissable mais ne représente probablement que le Sparus datnia.

On doit à M. Day des recherches plus récentes encore par rapport aux espèces en litige et il en a déposé les résultats dans ses Fishes of India (p. 140). M. Day rétablit le nom spécifique de datnia pour l'espèce actuelle. La description de son Chrysophrys datnia y va parfaitement, et la figure (tab. 34 fig. 1) en représente un individu à douze épines dorsales mais ne rend pas exactement le nombre des rangées transversales d'écailles au-dessus de la ligne latérale, qui n'y sont pas assez nombreuses. Je retrouve encore l'espèce actuelle dans la figure que M. Day a publiée, dans le même ouvrage, sous le nom de Chrysophrys berda var. calamara (tab. 35 fig. 2). Cette figure, si elle est exacte, rend parfaitement les formules des écailles et les proportions de la hauteur du corps, de la tête et de la queue du Sparus datnia et ne peut pas avoir été prise sur un hasta. Il est donc à présumer que M. Day, dans sa description du Chrysophrys berda (p. 140) ait confondu les deux espèces, et même une troisième si la figure de son Chrysophrys berda (tab. 34 fig. 2) est exacte, cette figure ne pouvant été être prise ni sur un hasta ni sur un datnia à cause tant des 5 rangées longitudinales d'écailles entre la ligne latérale et les épines dorsales médianes que des petites écailles operculaires. Le type de cette figure mérite d'être comparé avec le Chrysophrys vagus Pet, dont la figure présente une même physionomie, une tache operculaire foncée et 5 rangées d'écailles au-dessus de la ligne latérale. *)

---

*) Je ne retrouve pas le Sparus vagus (Chrysophrys vagus Pet.) Monatsb. k. pr. Ak. 1852 p. 681 et Naturwiss. Reise Mossamb. Flussfisch. p. 17 tab. 2 fig. 1)

Le cercle de distribution géographique du Sparus datnia comprend les côtes du Bengale, de Madras, de Chine et de l'île Kiousiou du Japon. L'espèce est dite habiter aussi les côtes de Java et des Philippines, mais je ne l'ai jamais trouvée moi-même dans l'Insulinde, tous mes individus provenant de Bengale et du Japon.

Quant aux Chrysophrys xanthopoda et auripes Rich., il semble que ce sont des Sparus datnia. M. Günther en ayant examiné les types dans le British Museum les énumère parmi les "eastern specimens" à onze épines dorsales de son Chrysophrys hasta.

Sparus hasta Bl.Schn., Syst. p. 275; Blkr, Atl. ichth. Tab. 345 Perc. tab. 67 fig. 3. — Tab. 3.

Spar. corpore oblongo valde compresso, altitudime 2 ad 2 $\frac{1}{8}$ in ejus longitudine absque, 2 $\frac{3}{5}$ ad 2 $\frac{3}{4}$ in ejus longitudine cum pinna caudali; latitudine corporis 2 $\frac{1}{2}$ ad 2 $\frac{3}{4}$ in ejus altitudine; capite obtuso vix plus quam 3 ad 3 $\frac{1}{6}$ in longitudine corporis absque, 4 fere ad 4 in longitudine corporis cum pinna caudali paulo altiore quam longo; latitudine capitis 1 $\frac{2}{3}$ ad 1 $\frac{3}{4}$ in ejus longitudine; fronte usque supra pupillae partem anteriorem squamata; fascia squamarum temporali parum distincta; linea rostro-dorsali capite rectiuscula, nucha convexa; oculis diametro 3 $\frac{1}{3}$ ad 4 circ. in longitudine capitis, diametro 1 fere ad 1 $\frac{1}{3}$ distantibus; orbita antice leviter tumida; naribus posterioribus naribus anterioribus valvula claudendis multo majoribus, orbitae approximatis, ante pupillae partem inferiorem perforatis, rimaeformibus; rostro oculo non ad non multo longiore; osse praeorbitali sub oculo oculi diametro longitudinali multo ad duplo circ. humiliore; maxillis subaequalibus, superiore sub oculi dimidio anteriore desinente; dentibus utraque maxilla utroque latere, antice serie externa

---

dans le Catalogue of Fishes. L'espèce est manifestement fort voisine du Sparus datnia, mais la figure, qui a l'air d'être fort exacte, montre 5 rangées d'écailles au-dessus de la ligne latérale, et la description parle de dents mandibulaires bisériales et de dents intermaxillaires trisériales. Le vagus paraît se distinguer encore par un rayon de plus à l'anale, par la seconde épine anale moins longue et par la tache noirâtre au haut de l'opercule.

caninis 2 vel 3 mediocribus conicis curvatis interno ceteris vulgo majore seriebus internis pluriseriatis parvis graniformibus, lateribus inaequalibus intermaxillaribus 3-ad 5-seriatis inframaxillaribus 2- vel 3 seriatis serie externa juvenilibus conicis valde obtusis aetate provectis graniformibus seriebus internis graniformibus postrorsum latitudine accrescentibus molari posteriore ovali ceteris multo latiore nullo; dentibus pharyngealibus conicis acutis, superioribus singulis ossibus anterioribus, inferioribus serie posteriore ceteris longioribus et magis curvatis; praeoperculo limbo alepidoto parte squamata postsuborbitali duplo circ. graciliore, parte squamata medio squamis in series 5 transversas dispositis; operculo angulo in spinam parvam desinente, medio squamis transversim 5-vel 6-seriatis; linea laterali valde curvata; cauda parte libera non longiore quam postice alta; squamis trunco angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra lineam lateralen in series 41 vel 42, infra lineam lateralen in series 38 vel 39 transversas dispositis: squamis 15 circ. in serie transversali basin pinnae ventralis inter et pinnam dorsalem quarum 4 lineam lateralem inter et spinas dorsales medias; squamis 35 circ. in serie horizontali angulum operculi posteriorem inter et basin pinnae caudalis; pinna dorsali spinis validis compressis valde heteracanthis apice non flexilibus 4ª 5ª et 6ª ceteris longioribus capitis parte postpupillari paulo ad non brevioribus, spina postica radio 1ᵉ breviore; dorsali radiosa dorsali spinosa paulo humiliore obtusa convexa; pectoralibus falcatis capite sat multo longioribus; ventralibus acutis capite paulo brevioribus; anali spinis crassis 2ª validissima spina 3ᵉ longiore et multo crassiore oculo plus duplo sed minus triplo longiore; caudali profunde emarginata lobis juvenilibus acutiusculis aetate provectis obtusis vel obtusiusculis capite vix ad sat multo brevioribus; colore corpore superne ex griseo viridi basi squamarum vulgo profundiore, inferne argenteo; iride flavescente vel argentea; pinnis flavis vel flavescentibus vel dilute aurantiacis, verticalibus fusco plus minusve arenatis, dorsali spinosa, anali et caudali fusco vel nigricante marginatis, ventralibus apice frequenter fuscis.

B. 6. D. 11/11 vel 11/12. P. 2/13 vel 2/14. V. 1/5. A. 3/8; rarius 3/9 vel 3/10. C. 1/15/1. et lat. brev.

Syn. *Calamara* Russ., Fish. Corom. I. p. 73 fig. 92.
Chrysophrys calamara CV., Poiss. VI p. 85; Cant., Catal. Mal. Fish. p. 48; Blkr, Verh. Bat. Gen. XXIII Spar. p. 10.; Günth., Cat. Fish. I p. 493; an et Day, Fish. Malab. p. 30?
Chrysophrys berda CV., Poiss. VI p. 83; Rich., Rep. ichth. China in Rep. 15^{h} meet. Brit. Assoc. p. 240; Blkr, Topogr. Batav. Nat. Gen. Arch. N. Ind. II p. 522; Verh. Bat. Gen. XXII Ichth. Madura p. 4; Day, Fish. India p. 140 ex parte (nec Rüpp.)
Chrysophrys hasta Günth., Cat. Fish. I p. 490 ex parte.
Okeh, Kapas, Bekukung Mal.; *Katombol* Javan.
Hab. Sumatra (Benculen); Pinang; Singapura; Bintang (Rio); Java (Batavia, Samarang, Surabaya, Tjilatjap); Madura (Kammal, Sampang); Bali (Djembrana, Boleling); Celebes (Macassar); in mari,
Longitudo 17 speciminum 140''' ad 322'''.

Rem Cette espèce est la plus voisine du Sparus datnia, mais elle est encore bien distincte. Dans tous mes individus du datnia le corps est moins trâpu, la tige de la queue plus longue que haute et la tête pas plus haute que longue. Un caractère différentiel plus essentiel cependant se trouve dans la formule des écailles. Dans le datnia je compte 48 ou 49 rangées transversales d'écailes au-dessus et 42 ou 43 au-dessous de la ligne latérale et le nombre des écailles sur une rangée horizontale sur le milieu des flanes y va à 38. Les écailles, dans le hasta, dans toutes les rangées longitudinales du tronc, sont donc moins nombreuses et ce caractère est constant pour tous les individus de mon cabinet.

Le Sparus hasta fut introduit dans la science dans le Systema de Bloch, mais la description qu'il y est donnée ne permet pas de décider si l'auteur a eu sous les yeux l'espèce actuelle ou bien le datnia ou le Schlegeli; mais Valenciennes ayant examiné l'individu type de Bloch le déclare spécifiquement identique avec le Chrysophrys berda CV. Ce berda cependant n'est pas le Sparus berda Forsk. ou le Chrysophrys berda Rüpp., espèce imparfaitement connue, mais qui, à en

juger d'après la figure publiée par Rüppell, a six ou sept rangées longitudinales entre la ligne latérale et les épines médianes de la dorsale et les écailles sur les rangées transversales en général plus nombreuses.

Le berda de Cuvier-Valenciennes est donc le hasta de Bl. Schn. C'est probablement aussi la même espèce dont Russell a publié une figure sous le nom de calamara et qui se trouve dans la grande Histoire naturelle des Poissons sous le nom de Chrysophrys calamara, espèce que j'ai reproduite autrefois sous la même dénomination.

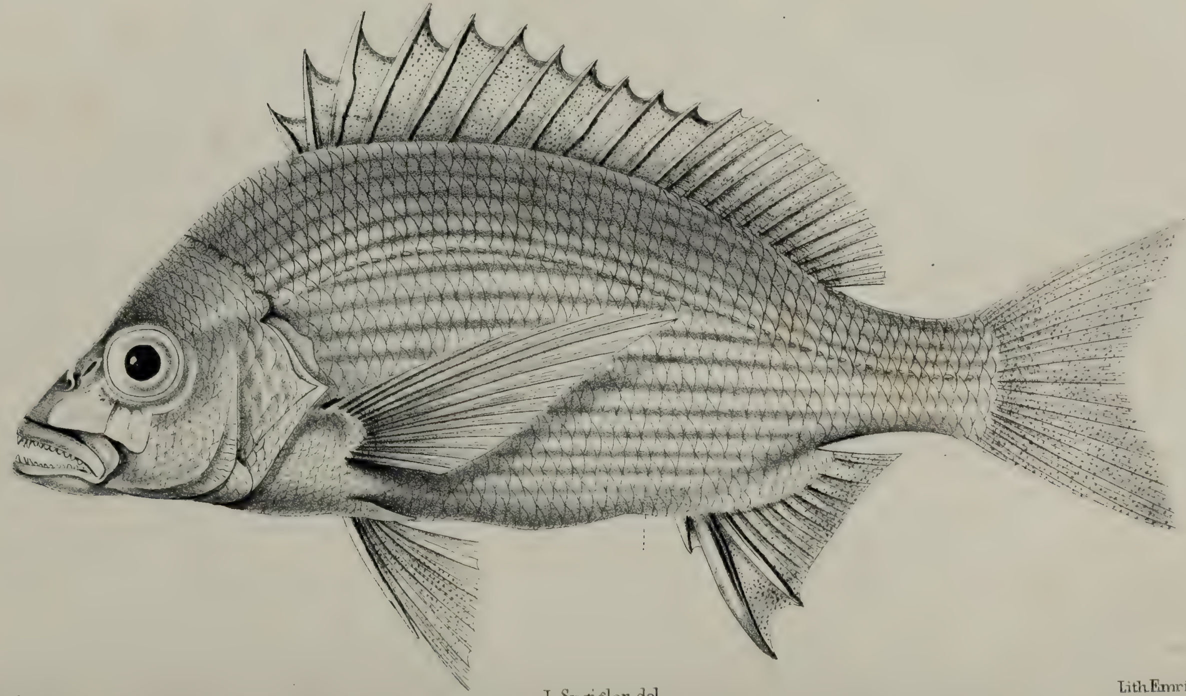
Le Chrysophrys hasta Günth. me paraît une espèce composée, qui comprend le hasta, le datnia et le Schlegeli. Des individus assez nombreux que M. Günther a eus sous les yeux, ceux qu'il place sous le chef „western specimens with 11 dorsal spines" pourraient bien appartenir, en partie au moins, à l'espèce actuelle. Je ne doute point qu'une révision de tous les individus du Chrysophrys hasta Günth. du British Museum, en y appliquant la méthode de compter les écailles exposée dans cette notice, y fasse reconnaître les trois espèces qui font le sujet de cet article.

Après M. Günther je ne retrouve le hasta que dans les ouvrages de M. Day. Son calamara des Fishes of Malabar est probablement le hasta, et dans ses Fishes of India le hasta me paraît confondu avec le datnia ou le longispinis.

Si la synonomie du hasta, telle que je viens de la présenter, soit prouvée être juste, l'espèce n'aurait été trouvée jusqu'ici, hors l'Insulinde, que sur les côtes de l'Inde continentale.

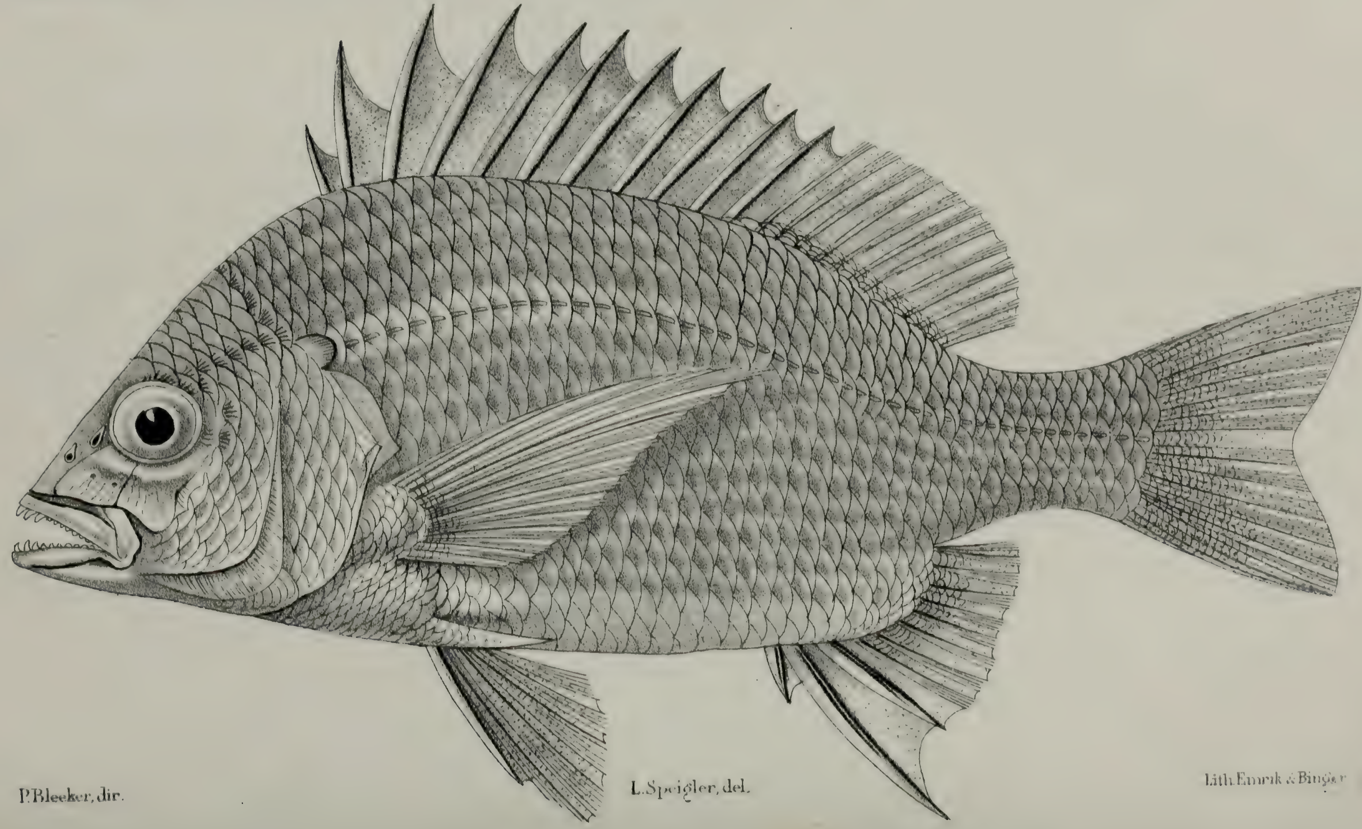
La Haye, Septembre 1875.

Tab. I.



P. Bleeker, dir. L. Speigler, del. Lith. Emrik & Binger.

Sparus Schlegeli Blkr.

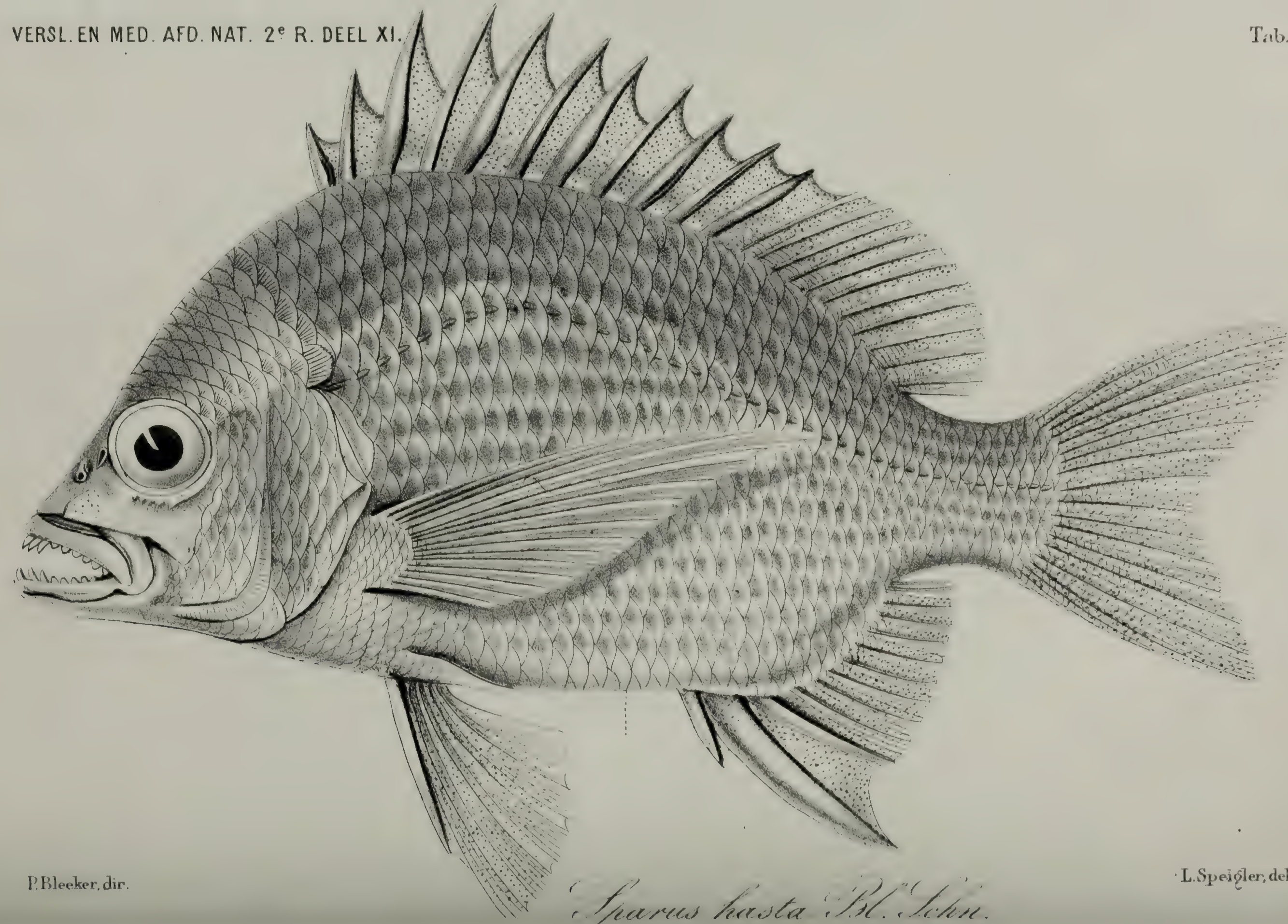


P. Bleeker, dir.

L. Speigler, del.

Lith. Emrik & Binger

Sparus datnia Blkr.



P. Bleeker, dir.

L. Speigler, del.

Sparus hasta Bl. Schn.

RÉVISION

DES ESPÈCES INSULINDIENNES DE LA SOUSFAMILLE DES

ELEOTRIFORMES. *)

PAR

P. BLEEKER.

Les Eleotriformes sont des Gobioïdes à deux nageoires dorsales distinctes libres ou réunies seulement par la base, et à ventrales complètement séparées et rapprochées de la ligne médiane du ventre,

L'Insulinde est connue nourrir les espèces suivantes.

1. Bostrychus sinensis Lac. = Philypnus ocellicauda et sinensis Rich. = Philypnus ophicephalus Blkr.
2. Odonteleotris canina Blkr = Eleotris canina Blkr.
3. Eleotris gyrinoides Blkr.
4. Oxyeleotris marmorata Blkr = Eleotris marmorata Blkr.
5. 〃 urophthalmus Blkr = Eleotris urophthalmus Blkr.
6. 〃 urophthalmoides Blkr = Eleotris urophthalmoides Blkr.
7. Ophiocara ophiocephalus Gill = Eleotris ophicephalus K. V. H. = Eleotris viridis Blkr.
8. 〃 porocephalus Blkr = Eleotris porocephala Val. = El. porocephaloides Blkr.
9. 〃 aporus Blkr = Eleotris aporos Blkr.
10. 〃 Hoedti Blkr = Eleotris Hoedti et Tolsoni Blkr.

*) Mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 14 Octobre 1875.

11. Pogoneleotris heterolepis Blkr = Eleotris heterolepis Günth.
12. Culius fuscus Blkr = Eleotris nigra QG. = Culius niger, Eleotris melanurus et brachyurus, Culius niger et pseudacanthopomus Blkr.
13. 〃 melanosoma Blkr = Eleotris melanosoma, Culius acanthopomus Blkr.
14. 〃 macrocephalus Blkr.
15. 〃 oxycephalus Blkr = Eleotris oxycephala Schl.
16. 〃 insulindicus Blkr.
17. 〃 macrolepis Blkr.
18. Belobranchus Quoyi Blkr = Belobranchus taeniopterus Blkr.
19. Odontobutis obscura Blkr = Eleotris obscura Schl.
20. Butis prismaticus Blkr = Eleotris prismatica Blkr.
21. 〃 butis Blkr = Eleotris humeralis CV. = Eleotris butis Cant. = Butis melanopterus Blkr.
22. 〃 amboinensis Blkr = Eleotris amboinensis Blkr.
23. 〃 melanostigma Blkr = Eleotris melanostigma et Wolffi Blkr.
24. 〃 gymnopomus Blkr = Eleotris gymnopomus Blkr.
25. Prionobutis koilomatodon Blkr = Eleotris koilomatodon Blkr = Eleotris caperatus Cant.
26. 〃 dasyrhynchus Blkr = Eleotris dasyrhynchus Günth.
27. Asterropteryx leuciscus Blkr = Eleotris leuciscus Blkr.
28. 〃 taenionotopterus Blkr = Eleotris et Eleotriodes taenionotopterus Blkr.
29. 〃 modestus Blkr = Eleotris cyprinoides Blkr ol. (nec Val. nec Günth.).
30. Brachyeleotris cyanostigma Blkr = Eleotris et Eleotrioides cyanostigma Blkr.
31. 〃 ensifera Blkr.
32. Valenciennesia strigata Blkr = Eleotris strigata Bl. Schn. = Eleotrioides strigatus Blkr.
33. 〃 Helsdingenii Blkr = Eleotriodes Helsdingenii Blkr.
34. 〃 longipinnis Blkr = Eleotris longipinnis Benn.
35. 〃 muralis Blkr = Eleotris muralis QG. = Eleotriodes muralis Blkr.

36. Valenciennesia sexguttata Blkr = Eleotris sexguttata CV. = Eleotriodes sexguttatus Blkr.
37. Amblyeleotris periophthalmus Blkr = Eleotris et Eleotriodes periophthalmus Blkr.
38. Ptereleotris microlepis Gill = Eleotris et Eleotriodes microlepis Blkr.
39. 〃 heteropterus Blkr = Eleotris et Eleotriodes heteropterus Blkr.
40. Orthostomus amblyopinus Kner.
41. Oxymetopon typus Blkr.

Phalanx Eleotrini.

Eleotriformes corpore subelongato vel elongato antice cylindraceo; capite non compresso, depresso, latiore quam alto vel aeque lato ac alto; dentibus intermaxillaribus pluriseriatis; pinnis, dorsali radiosa et anali non elongatis radiis 7 ad 15, caudali obtusa. B. 6.

Subphalanx *Philypni.*

Eleotrini dentibus vomerinis; dentibus maxillis pluriseriatis, caninis nullis.

Bostrychus Lac. = Bostrictis, Ictiopogon Raf. = Bostrichthys Gill.

Corpus subelongatum antice cylindraceum, capite depresso convexo superne lateribusque squamis valde parvis (plus quam 100 in serie longitudinali) cycloideis. Dentes palatini et linguales nulli; vomerini et maxillis pluriseriati parvi; canini nulli. Aperturae branchiales isthmo lato separatae. Pinnae dorsales distantes. D. 6—1/10 ad 6—1/12. A. 1/8 vel 1/9.

Rem. On connaît actuellement trois types génériques d'Eleotrini à dents vomériennes, sav. les genres Philypnus Val., Bos-

trychus Lac. et Philypnodon Blkr. Le dernier est fort distinct par la présence de dents palatines et linguales, par les dents intermaxillaires qui sont plus longues que les mandibulaires, par la tête dénuée d'écailles, par les grandes écailles cténoïdes du tronc, etc. Le genre Philypnus Val. est plus voisin du Bostrychus, mais ses espèces ont les écailles du tronc cténoïdes et beaucoup plus grandes, au nombre de 55 à 66 seulement sur une rangée longitudinale.

Bostrychus sinensis Lac., Poiss. III p. 141 tab. 14 fig. 2.

Bostrych. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine $7\frac{1}{2}$ ad $8\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; capite acuto depresso $4\frac{1}{5}$ ad $4\frac{1}{3}$ in longitudine corporis : altitudine capitis 2 circ., latitudine capitis $1\frac{2}{3}$ circ. in ejus longitudine; linea rostro-frontali supra oculos rectiuscula vel concaviuscula; oculis diametro 6 circ. in longitudine capitis, diametris 2 circ. distantibus; rostro acuto squamato oculo non ad paulo longiore, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus margini rostri approximatis tubulo gracili sat longo perforatis; maxilla superiore maxilla inferiore paulo ad non breviore sub oculi margine posteriore desinente; dentibus vomerinis conicis obtusiusculis in thurmam semiovalem dispositis; dentibus maxillis conicis acutis parvis pluriseriatis subaequalibus; squamis capite minimis, trunco valde parvis plus quam 100 in serie longitudinali, 30 circ. in serie transversali initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; appendice anali compressa oblonga quadrata; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo circ. humiliore, spinis 5ª et 6ª quam anterioribus magis distantibus; pinna dorsali posteriore dorsali anteriore multo longiore et altiore corpore humiliore; pectoralibus obtusis capitis parte postoculari vix vel non longioribus; ventralibus pectoralibus non ad paulo brevioribus; anali dorsali radiosa paulo breviore et humiliore; caudali obtuse rotundata capite absque rostro vix breviore; colore corpore superne viridi lateribus et inferne flavescente; iride aureo-viridi; dorso lateribusque maculis oblongis et vittulis transversis violaceo-viridibus sat numerosis lineam ventralem non

attingentibus; pinnis flavescentibus, dorsalibus et anali vittulis longitudinalibus, ceteris vittulis transversis fuscescentibus; caudali basi superne ocello nigro-fusco aurantiaco annulato.

B. 6. D. 6—1/10 vel 6—1/11. P. 16 vel 17. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 14 et lat. brev.

Syn. *Philypnus ocellicauda* Rich., Zool. Voy. Sulph. Fish. p. 58, 149 tab. 56 fig. 15, 16.
Philypnus sinensis Rich., Rep. ichth. Chin. in Rep. 15[h] meet. Brit. Assoc. p. 210.
Philypnus ophicephalus Blkr, V. Bat. Gen. XXII Gob. p. 20.
Bostrichthys sinensis Gill, Proc. Ac. nat. sc. Phil. 1860 p. 25.
Eleotris sinensis Günth., Cat. Fish. III p. 127.
Koto-tjino Javan.

Hab. Java (Surabaya); Bintang (Rio); Singapura; in mari et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 6 speciminum 71‴ ad 111‴.

Rem. Cette espèce est jusqu'ici la seule connue du genre. Mes individus proviennent des trois localités citées et je n'en ai jamais reçu d'autres de l'Insulinde. Elle habite aussi les côtes de Chine et les eaux douces ou saumâtres de l'Inde continentale et de l'île d'Oualan.

Subphalanx *Eleotrii.*

Eleotrini palato edentulo, capite superne cristis osseis nudis vel scabris nullis.

Odonteleotris Gill.

Corpus subelongatum antice cylindraceum, capite depresso superne lateribusque dense squamato nullibi spinigero. Squamae trunco cycloideae parvae (80 ad 100 circ. in serie longitudinali). Dentes maxillis pluriseriati anteriores 2 ad 4 canini curvati, ceteri intermaxillares parvi subaequales inframaxillares posteriores serie interna ceteris longiores. Maxilla inferior prominens. Rictus magnus obliquus. Aperturae branchiales isthmo

lato separatae. Pinnae dorsales distantes. D. 6—1/9 ad 6—1/11. A. 1/8 vel 1/9.

Rem. On ne connaît jusqu'ici de ce genre que l'Odonteleotris macrodon Gill (Eleotris macrodon Blkr) du Bengale et une espèce insulindienne l'Odonteleotris canina, dont les principaux caractères se résument comme suit.

I. Yeux $4\frac{1}{2}$ à 5 fois dans la longueur de la tête. Isthme interoculaire de la largeur de l'oeil. Environ 80 écailles sur une rangée longitudinale. Deux canines intermaxillaires.

1. *Odonteleotris canina* Blkr

Odonteleotris canina Blkr, Not. Eleotr. Arch. néerl. sc. X p. 104.

Odontel. corpore elongato antici cylindraceo postice compresso, altitudine 6 circ. in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 et paulo in longitudine corporis; altitudine capitis 2 circ.-, latitudine capitis $1\frac{1}{2}$ circ. in ejus longitudine; linea rostrofrontali rostro convexa fronte rectiuscula; oculis diametro $4\frac{1}{2}$ ad 5 fere in longitudine capitis, diametro 1 fere ad vix plus quam 1 distantibus; rostro acuto convexo apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis in tubulo brevi perforatis; maxilla superiore inferiore breviore sub medio oculo desinente; dentibus maxillis pauciseriatis acutis curvatis, intermaxillaribus serie externa distantibus; caninis magnis curvatis erectis ante series dentium minorum insertis intermaxillaribus utroque latere 1, inframaxillaribus utroque latere 2; squamis capite minimis, trunco parvis 80 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 20 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem secundam; appendice anali compressa oblongo-quadrata; pinna dorsali anteriore corpore humiliore; dorsali 2^a dorsali 1^a paulo altiore obtusa antice quam postice humiliore; pectoralibus obtuse rotundatis capitis parte postoculari paulo longioribus; ventralibus

pectoralibus non brevioribus; anali dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capite absque rostro non vel vix breviore; colore corpore superne viridi, inferne flavescente; pinnis roseis vel flavescentibus?

B. 6. D. 6—1/10. P. 15. V. 1/5. A. 1/9. C. 14 et lat. brev.

Syn. *Eleotris canina* Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Gob. p. 20; Günth., Cat. Fish. III p. 124.

Hab. Java et Madura in Freto Madurae prope Surabayam et Kammal.

Longitudo 3 speciminum 45‴ ad 63‴.

Rem. Je ne possède de cette espèce que les trois individus plus ou moins décolorés que je trouvai a Sourabaya lors de mon séjour à cette capitale en l'an 1848. Elle se fait aisément distinguer de l'Odonteleotris macrodon Gill par la dentition et par ses yeux beaucoup plus grands et beaucoup plus rapprochés l'un de l'autre.

Eleotris Gron. = Gobiomoroides Lac.

Corpus subelongatum vel elongatum antice cylindraceum. Caput acutum depressum, superne lateribusque dense squamatum nullibi spinigerum. Squamae trunco ctenoideae 60 circ. in serie longitudinali. Dentes utraque maxilla multiseriati parvi aequales, longiores vel canini nulli. Rictus obliquus. Maxilla inferior prominens. Aperturae branchiales isthmo mediocri separatae. D. 6—1/8 ad 6—1/10. A. 1/7 ad 1/9.

Rem. La seule espèce insulindienne du genre Eleotris Gron. proprement dit est fort voisine de ses congénères américaines et africaines, dont cependant elle se fait reconnaître par les caractères suivants.

I. Hauteur du corps environ 6 fois, longueur de la tête environ 4 fois dans la longueur totale. Yeux distants d'un diamètre. D. 6—1/8 ou 6—1/9. A. 1/8 ou 1/9. Seconde dorsale notablement plus haute que la première.

1. *Eleotris gyrinoides* Blkr

Eleotris gyrinoides Blkr, Diagn. n. vischs. Sumatra, Nat T. Ned. Ind. IV p. 272; Günth., Cat. Fish. III p. 123.

Eleotr. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso altitudine $5\frac{3}{4}$ ad 6 in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 circ. in longitudine corporis; altitudine capitis 2 fere ad 2-, latitudine capitis $1\frac{1}{2}$ ad $1\frac{3}{5}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali supra oculos concaviuscula; oculis diametro 5 ad $5\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, diametro 1 ad 1 et paulo distantibus; rostro acuto alepidoto oculo breviore, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus brevissime tubulatis; maxilla superiore inferiore paulo breviore sub oculi dimidio posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis minimis aequalibus; sulco oculo-supra-operculari valde conspicuo; genis sulcis 2 vel 3 longitudinalibus bene conspicuis; squamis capite, nucha ventreque cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis capite superne usque ante medios oculos descendentibus; squamis praeoperculo minimis et parvis irregularibus squamis opercularibus minoribus; squamis 40 circ. in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalem anteriorem, 60 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 16 circ. in serie transversa dorsalem radiosam inter et initium pinnae analis; squamis mediis lateribus squamis caudalibus paulo majoribus; appendice anali compressa oblonga truncata; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo vel plus duplo humiliore spina 3ª ceteris longiore; dorsali posteriore et anali obtusis rotundatis subaequalibus dorsali anteriore altioribus sed corpore humilioribus; pectoralibus basi dense squamatis obtusiuscule rotundatis capite absque rostro non ad vix longioribus; ventralibus capitis parte postoculari non longioribus; caudali obtuse rotundata capite paulo breviore; colore corpore superne nigricante-viridi vel profunde olivaceo, inferne viridescente-aurantiaco, basi squamarum profundiore; iride viridi; pinnis aurantiacis, radiis maculis pluribus parvis fuscescentibus dorsalibus et anali series longitudinales pinnis ceteris series transversas efficientibus; pectoralibus basi macula irregulari nigricante vel fusca rubro limbata.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 18 vel 19. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 6/14/6 vel 5/14/6.

Hab. Sumatra (Benculen, Priaman); Celebes (Sawangan); in fluviis et aquis fluvio-marinis.
Longitudo 3 speciminum 136‴ ad 161‴.

Oxyeleotris Blkr

Corpus subelongatum vel elongatum antice cylindraceum. Caput acutum depressum superne lateribusque dense squamatum, nullibi spinigerum. Squamae trunco ctenoideae 60 ad 90 in serie longitudinali. Dentes utraque maxilla pauciseriati, intermaxillares serie externa longiores, inframaxillares anteriores serie externa posteriores serie interna conspicue longiores, canini veri nulli. Maxilla inferior prominens. Rictus obliquus. Aperturae branchiales isthmo mediocri separatae. D. 6—1/8 ad 6—1/10. A. 1/8 vel 1/9.

Rem. Le genre Oxyeleotris tient le milieu entre les genres Ophiocara Gill en Guavina Blkr, et se distingue, du dernier par sa dentition et par la formule des nageoires dorsales et des écailles, et du premier surtout par la petitesse des écailles de la tête et du tronc. J'en possède trois espèces, qui toutes habitent les eaux douces des grandes îles de la Sonde, et dont les caractères se font nettement tracer comme suit.

I. D. 6—1/9 ou 6—1/10. A. 1/8 ou 1/9.
1. 85 à 90 écailles sur une rangée longitudinale.
a. Corps à taches irrégulières et à bandes transversales roses ou oranges. Caudale sans ocelle noir.

1. *Oxyeleotris marmorata* Blkr.

b. Corps sans taches ni bandes. Base de la caudale à ocelle noir cerclé de rouge.

2. *Oxyeleotris urophthalmus* Blkr.

2. 65 à 70 écailles sur une rangée longitudinale. Base de la caudale à ocelle noir cerclé de rouge. Corps à bandelettes longitudinales brunes.

3. *Oxyeleotris urophthalmoides* Blkr.

Oxyeleotris marmorata Blkr, Syst. Gob., Arch. néerl. sc. nat. IX p. 303.

Oxyeleotr. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine $5\frac{1}{2}$ ad 6 in ejus longitudine; capite acuto depresso $3\frac{1}{3}$ ad 4 in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{3}{4}$ ad 2-, latitudine capitis $1\frac{1}{2}$ ad $1\frac{3}{5}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali rostro convexa, supra oculos concaviuscula; oculis diametro 7 ad 9 in longitudine capitis, diametro $1\frac{1}{2}$ ad $2\frac{1}{2}$ distantibus; rostro acuto superne postice squamato, apice ante oculi partem superiorem sito; poro utroque latere plus minusve conspicuo ante et prope nares posteriores; maxilla superiore inferiore breviore, sub oculi dimidio vel margine posteriore desinente; maxillis dentibus pluriseriatis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris conspicue longioribus subaequalibus, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris longioribus inaequalibus ex parte subcaninoideis; maxilla superiore dentibus insuper 2 ad 4 postsymphysialibus dentibus serie externa non minoribus; sulco oculo-supraoperculari bene conspicuo; genis sulcis vel sulculis 2 vel 3 ab oculo oblique postrorsum descendentibus et insuper sulcis 2 longitudinalibus distantibus sulcis 2 verticalibus distantibus unitis, omnibus aetate juvenili minus vel vix conspicuis; squamis capite, nucha et ventre cyloideis lateribus caudaque ctenoideis; squamis praeoperculo et rostro-frontalibus squamis cetero capite minoribus; squamis 70 circ. in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalem anteriorem, 85 ad 90 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 25 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et pinnam dorsalem radiosam; appendice anali compressa oblonga; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo ad plus duplo humiliore spinis 2ª et 3ª ceteris longioribus; dorsali 2ª obtusa dorsali 1ª paulo altiore postice rotundata vel angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capitis parte postoculari non ad paulo brevioribus; ventralibus pectoralibus multo brevioribus; anali dorsali 2ª breviore sed non vel vix humiliore obtusa postice rotundata vel angulata; caudali obtuse rotundata capitis parte postoculari longiore; colore corpore superne fuscescente-viridi vel

olivascente-fusco inferne dilutiore; iride viridi margine pupillari aurea; capite dimidio inferiore maculis irregularibus majoribus et minoribus pallide roseis; trunco antice nebulis et vittis irregularibus postice vittis vel fasciis 3 irregularibus transversis roseis vel aurantiacis; pinna dorsali anteriore profunde fusca superne et interdum etiam antice inferne dilute rosea; pinnis ceteris dilute roseis dense fusco vel violaceo-fusco variegatis, fusco dorsali 2ª et anali vittas longitudinales pinnis pectoralibus ventralibus et caudali vittas transversas efficiente.

B. 6. D. 6—1/9 vel 6—1/10. P. 17 ad 19. V. 1/5. A. 1/8. vel 1/9. C. 7/14/5.

Syn. *Eleotris marmorata* Blkr, Zesde bijdr. ichth. Borneo, Nat. T. Ned. Ind. III p. 424; Günth., Cat. Fish. III p. 123.

Hab. Borneo (Bandjermasin, Sintang, Montrado); Sumatra (Palembang, Moarakompeh), in fluviis et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 9 speciminum 108‴ ad 430‴.

Rem. Cette belle espèce qui habite aussi les eaux douces de Siam, atteint, de tous les Gobioïdes indo-archipélagiques, la plus grande taille. Les couleurs, sur les individus âgés sont aussi nettement marquées que sur les jeunes. On reconnaît l'espèce aisément, du premier coup d'oeil, aux bandes transversales rougeâtres ou roses ou oranges de la partie postérieure du tronc.

Oxyeleotris urophthalmus Blkr, Not. Eleotr. Arch. néerl. sc. X p. 104.

Oxyeleotr. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 7 fere ad 8 in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 ad $4\frac{1}{4}$ in longitudine corporis; altitudine capitis 2 ad $2\frac{1}{4}$, latitudine capitis $1\frac{1}{3}$ ad $1\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali rostro convexa supra oculos concaviuscula; oculis diametro 6 fere ad 7 in longitudine capitis, diametro $1\frac{3}{4}$ ad $2\frac{3}{4}$ distantibus; rostro acuto superne squamato, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus margini rostri approximatis brevitubulatis; poro utroque latere bene conspicuo ante et prope nares posteriores; maxillis dentibus pluriseriatis parvis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris non multo longioribus subaequalibus, inframaxillaribus anterioribus serie externa

posterioribus serie interna ceteris longioribus inaequalibus et sat longe a se invicem distantibus; sulco oculo-supra-operculari sat bene conspicuo; genis sulcis vel sulculis conspicuis nullis; squamis capite, trunco antice ventreque cycloideis, mediis lateribus caudaque ctenoideis; squamis praeoperculo et rostro-frontalibus squamis cetero capite minoribus; squamis 60 circ. in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalem anteriorem, 85 ad 90 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 25 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis trunco antice quam mediis lateribus et cauda minoribus; appendice anali rudimentaria conica ad valde evoluta compressa oblongo-ovali; pinna dorsali anteriore obtusa corpore plus duplo humiliore spinis 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali posteriore anteriore multo altiore sed corpore humiliore obtusa postice rotundata vel angulata: pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro paulo brevioribus; ventralibus pectoralibus non multo brevioribus; anali dorsali radiosa sat multo breviore et paulo ad non humiliore obtusa postice rotundata vel angulata; caudali obtuse rotundata capite absque rostro paulo ad non longiore; colore corpore superne fuscescente-viridi vel profunde olivaceo, inferne viridescente-aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; pinnis violascentibus vel fuscis radiis aurantiacis; dorsalibus et caudali interdum fuscescente variegatis; caudali basi superne ocello nigro rubro annulato; ventralibus inferne rubro limbatis.

B. 6. D. 6—1/9 vel 6—1/10. P. 15 ad 17. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 10/14/7.

Syn. *Eleotris urophthalmus* Blkr, Vierde bijdr. ichth. Borneo, Nat. T. N. Ind. II p. 202; Günth., Cat. Fish. III p. 128.

Hab. Borneo (Pontianak, Kahajan, Bandjermasin); Celebes (Gorontalo); in fluviis et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 20 speciminum 70‴ ad 180‴.

Rem. Les dents de la rangée externe, dans cette espèce et dans l'espèce suivante, sont relativement beaucoup moins fortes que dans l'Oxyeleotris marmorata, mais le nombre des rangées de dents aux deux mâchoires est plus considérable. L'uroph-

thalmus est nettement distingué par l'ocelle noir bordé de rouge au haut de la base de la caudale et par l'absence de marbrure, de taches et de bandes sur le corps.

L'espèce vit aussi dans les eaux douces de Siam.

Oxyeleotris urophthalmoides Blkr, Not. Eleotr., Arch. néerl. X p. 104.

Oxyeleotr. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine $6\frac{1}{4}$ ad 7 in ejus longitudine; capite acuto depresso $3\frac{2}{3}$ ad $4\frac{1}{4}$ in longitudine corporis; altitudine capitis 2 ad $2\frac{1}{4}$-, latitudine capitis $1\frac{1}{2}$ ad $1\frac{3}{4}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali rostro convexa, supra oculos concaviuscula; oculis diametro 6 ad 7 in longitudine capitis, diametro $1\frac{1}{2}$ ad 2 distantibus; rostro acuto superne squamato oculo non ad paulo longiore, apice ante medium oculum sito; poro utroque latere plus minusve conspicuo ante et prope nares posteriores; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi dimidio posteriore desinente; maxillis dentibus pluriseriatis parvis acutis serie externa ceteris non multo longioribus subaequalibus iis seriebus internis magis a se invicem distantibus; maxilla inferiore utroque ramo medio et postice serie interna dentibus aliquot majoribus inaequalibus; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; genis sulculis longitudinalibus distantibus sulculis 2 vel pluribus transversis cruciatis; squamis capite, nucha ventreque cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis praeoperculo et rostro-frontalibus squamis cetero capite minoribus; squamis 50 ad 55 in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalem anteriorem, 65 ad 70 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 15 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis trunco antice quam mediis lateribus et cauda minoribus; appendice anali compressa oblonga obtusa; pinna dorsali anteriore obtusa corpore minus duplo humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali posteriore anteriore paulo altiore obtusa, postice rotundata vel angulata; pectoralibus obtusiuscule rotundatis basi valde squamatis, capite absque rostro non ad

paulo brevioribus; ventralibus pectoralibus paulo brevioribus; anali dorsali radiosa sat multo breviore et paulo humiliore obtusa postice rotundata vel angulata; caudali obtuse rotundata capite absque rostro non ad paulo longiore; colore corpore superne rufescente- vel fuscescente-viridi inferne viridescente-aurantiaco; seriebus squamarum dorso lateribusque longitudinalibus vittula fusca angulos squamarum tegente; iride viridi aureo tincta; pinnis membrana dilute-violascentibus radiis flavescente-aurantiacis vel roseis, ventralibus exceptis, radiis fuscescente variegatis vel vittulis pluribus fuscescentibus dorsalibus et anali longitudinalibus, pectoralibus et caudali transversis; anali interdum membrana tantum margaritaceo guttulata; caudali basi superne ocello conspicuo nigro vel profunde fusco aurantiaco vel rubro annulato.

B. 6. D. 6—1/9 vel 6—1/10. P. 17 vel 18. V. 1/5 A. 1/8 vel 1/9. C. 7/14/7 ad 10/14/7.

Syn. *Eleotris urophthalmoides* Blkr, Diagn. n. vischs. Sumatra, Nat T. Ned. Ind. IV p. 273; Günth., Cat. Fish. III p. 128.

Hab. Sumatra (Priaman?, Palembang. Lematang-Enim); Borneo (Sambas, Kahajan, Bandjermasin); in fluviis.

Longitudo 19 speciminum 85''' ad 198'''.

Rem. Cette espèce ne se distingue essentiellement de l'urophthalmus que par l'écaillure et par la présence des bandelettes longitudinales brunes du corps. Les écailles au nombre de 60, 90 et 25 environ sur les rangées depuis le museau jusqu'à le première dorsale, sur une ligne entre l'angle supérieur de l'orifice branchial et la base de la caudale et entre l'anale et la seconde dorsale dans l'urophthalmus, ne se trouvent dans l'espèce actuelle qu'aux nombres de ± 52, 67 et 15. L'urophthalmus a aussi la tête plus large et se distingue encore par l'absence de sillons sur les joues.

M. Klunzinger pense que son Eleotris polyzonatus de la Mer rouge pourrait bien n'être pas distinct de l'urophthalmoides, opinion qui me paraît peu fondée les formules dans le polyzonatus étant = D. 6—1/11. A. 1/11. Sq. l. lat. 60. Il doit aussi avoir le corps plus allongé (hauteur 8½ fois dans la longueur totale), les yeux plus granda (4 fois dans la longueur de la tête), le

corps couvert de larges bandes transversales noirâtres, etc. La description de la dentition du polyzonatus ne permet pas de décider si cette espèce est un vrai Eleotris ou un Oxyeleotris. L'expression „Zähne klein, in schmaler Binde" sans plus, fait penser à un vraï Eleotris.

OPHIOCARA Gill.

Corpus subelongatum antice cylindraceum. Caput acutum vel acutiusculum depressum superne lateribusque dense squamatum, nullibi spinigerum. Squamae trunco ctenoideae 28 ad 40 in serie longitudinali. Dentes utraque maxilla pluriseriati, intermaxillares serie externa paulo longiores, inframaxillares anteriores serie externa paulo longiores posteriores aequales vel serie interna paulo longiores; canini vel caninoidei nulli. Maxilla inferior prominens. Rictus obliquus. Aperturae branchiales isthmo angusto separatae. D. 6 ad 8—1/8 vel 1/9. A. 1/7 ad 1/9.

Rem. M. Gill a indiqué ce genre (Proceed. Acad. nat. sc. Philad. 1863 p. 270) sans toutefois le décrire. Son type étant l'Eleotris ophiocephalus K. V. H. j'ai dressé les caractères génériques sur cette espèce et celles qui en sont voisines. Les espèces sont peu nombreuses. l'Inde archipélagique en nourrit quatre, mais on connaît une cinquième de Madagascar, une du Sénégal, une des îles Andaman et trois de la Nouvelle-Hollande, soit en tout dix espèces. Celles de l'Insulinde se font aisément distinguer par les caractères suivants.

I. Dorsale antérieure à six épines. Ecailles de la tête s'avançant jusqu'en avant des yeux. Ecailles postthoraciques du tronc cténoïdes.
   A. Environ 40 écailles sur une rangée longitudinale du tronc, 25 écailles sur une rangée entre le museau et la première dorsale. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous la partie postérieure de l'oeil. Anale plus courte que la seconde dorsale. Bord préoperculaire à pores visibles. A. 1/7 ou 1/8.

a. Dessus de la tête et région thoraco-gulaire à écailles cycloïdes; pièces operculaires et ventre à écailles cténoïdes. D. 6—1/9 ou 6—1/10. Tronc à ocelles jaunâtres.

1. *Ophiocara ophiocephalus* Gill.

b. Toutes les écailles de la tête et celles de la région thoraco-gulaire et du ventre cycloïdes. D. 6—1/8 ou 6—1/9. Tronc sans ocelles jaunâtres.

2. *Ophiocara porocephalus* Blkr.

B. Environ 30 écailles sur une rangée longitudinale du tronc; 13 à 18 écailles sur une rangée entre le museau et la première dorsale. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous la partie antérieure de l'oeil. Anale aussi longue que la seconde dorsale. Bord préoperculaire sans pores visibles. A. 1/9 ou 1/10.

a. 17 ou 18 écailles sur une rangée entre le museau et la première dorsale. Tronc sans bande longitudinale brune.

3. *Ophiocara aporus* Blkr.

b. 13 à 15 écailles sur une rangée entre le museau et la première dorsale. Tronc à bande céphalo-caudale brune.

4. *Ophiocara Hoedti* Blkr.

Ophiocara ophiocephalus Gill, Proc. Ac. nat. Sc. Philad. 1863 p. 270.

Ophioc. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 5 ad 6 in ejus longitudine; capite acuto depresso, $3\frac{1}{2}$ ad 4 in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{2}$ ad 2-, latitudine capitis $1\frac{2}{5}$ ad $1\frac{4}{5}$ in ejus longitudine;

linea rostro-frontali rectiuscula rostro tantum convexa; oculis subverticalibus diametro 4 ad 6 in longitudine capitis, diametro 1 et paulo ad 2 et paulo distantibus; rostro acuto superne postice squamato, oculo non ad non multo longiore, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi dimidio posteriore desinente; maxillis dentibus pluriseriatis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris paulo longioribus subverticalibus subaequalibus, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris paulo longioribus inaequalibus; poris capite utroque latere rostro ante nares posteriores unico, postoculari unico, margine praeoperculi libero 2 ad 4 sat bene conspicuis; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; genis sulculis 2 longitudinalibus parum conspicuis vel nullis; squamis capite superne et regione thoraco-gulari cycloideis, praeoperculo, operculo, nucha, ventre, lateribus caudaque ctenoideis, 12 ad 14 in serie longitudinali oculum inter et operculi marginem posteriorem, 24 circ. in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalen anteriorem, 40 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 12 vel 13 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem posteriorem; squamis non squamulatis interocularibus et praeopercularibus squamis cetero capite minoribus, trunco postice quam trunco antice paulo majoribus; appendice anali compressa oblongo-ovali; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo circ. humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali 2ª dorsali 1ª altiore antice obtusa postice quam antice non ad multo altiore rotundata vel angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non ad paulo brevioribus; ventralibus pectoralibus non ad paulo brevioribus; anali dorsali 2ª conspicue breviore sed forma et altitudine eae subaequali; caudali obtuse rotundata capite paulo ad vix breviore; colore corpore superne fusco-viridi vel profunde olivaceo, inferne dilutiore; iride viridi margine pupillari aurea; pinnis membrana fuscescentibus vel violaceis, radiis aurantiacis, dorsali 2ª, anali et caudali rubro-aurantiaco limbatis; capite, trunco pinnisque dorsali 2ª et anali guttis vel guttulis flavo-aurantiacis, junioribus in series vulgo irregulares aetate pro-

vectis in series regulares trunco et dorsali 2ª longitudinales caudali transversas dispositis; *juvenilibus* trunco vittis 2 vel 3 transversis aurantiacis inferne gracilescentibus, anteriore sub initio dorsalis radiosae, posteriore dorsalem radiosam inter et caudalem sed basi caudalis propiore.

B. 6. D. 6—1/9 vel 6—1/10. P. 15. V. 1/5. A. 1/7 vel 1/8. C. 7/15/6 vel 6/14/6.

Syn. *Eleotris ophiocephalus* K. V. H. ap. CV. Poiss. XII p. 180. Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Gob. p. 22; Cant., Cat., Mal. Fish. p. 196; Günth., Cat. Fish. III p. 107; Playf., Fish. Zanzib. p. 73; Day, Fish. Andam. Proc. Zool. Soc. 1870 p. 694.

Eleotris margaritacea CV., Poiss. XII p. 181.

Eleotris viridis Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Gob. p. 22.

Eleotris kuak Thioll., Faune Woodlark, p. 187.

Eleotris . . . . Jouan, Not. poiss. Nouvelle-Calédonie p. 14.

Gabus lawut Mal. Batav.; *Balong* Jav, *Puntang* Madur.

Hab. Sumatra (Telokbetong, Trussan, Padang); Pinang; Singapura; Biliton (Tjirutjup); Java (Batavia, Tjilatjap, Surabaya); Madura (Kammal); Bali; Borneo; Celebes (Macassar, Kema); Batjan (Labuha); Buro (Kajeli); Amboina; Ceram; Ins. Philippin. (Luzon); Nova-Guinea; in mari et aquis fluviomarinis.

Longitudo 29 speciminum 58‴ ad 210‴.

Rem. L'espèce habite aussi les côtes de la Nouvelle-Calédonie, de Vanicolo, des îles Andaman, des Séchelles, de l'île Johanna et de Mossambique.

La comparaison de l'individu type de l'Eleotris viridis Blkr aux jeunes de l'ophiocephalus a convaincu qu'il n'est pas spécifiquement distinct et que le viridis n'est établi que sur un individu décoloré du jeune âge de l'espèce actuelle.

Ophiocara porocephalus Blkr, Not. Eleotr. Arch. néerl. sc. X p. 105.

Ophiocar. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 5½ ad 6 in ejus longitudine; capite acuto

depresso $3\frac{3}{4}$ ad 4 in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{2}{3}$ ad $1\frac{3}{4}$, latitudine capitis $1\frac{1}{3}$ ad $1\frac{4}{5}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali rectiuscula rostro tantum convexa; oculis subverticalibus diametro 4 fere ad 7 fere in longitudine capitis, diametro 1 et paulo ad $2\frac{1}{2}$ distantibus; rostro acuto superne postice squamato, oculo non ad duplo longiore, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi dimidio posteriore desinente; maxillis dentibus pluriseriatis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris paulo longioribus subverticalibus subaequalibus, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris paulo longioribus inaequalibus; poris capite utroque latere rostro ante nares posteriores unico margine rostri ante nares anteriores unico, postoculari unico, margine preoperculi libero 3 vel 4 sat bene conspicuis; genis sulculis 2 longitudinalibus sat bene conspicuis; squamis capite, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis, 11 vel 12 in serie longitudinali oculum inter et operculi marginem posteriorem, 24 ad 26 in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem anteriorem, 38 ad 40 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 11 vel 12 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis non squamulatis, interocularibus et praeopercularibus squamis cetero capite minoribus, trunco postice quam trunco antice paulo majoribus; appendice anali compressa oblongo-ovali; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo circ. humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali 2ª dorsali 1ª altiore, antice obtusa, postice quam antice non vel paulo ad plus duplo altiore rotundata vel acutangula; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro paulo ad non longioribus; ventralibus pectoralibus non ad paulo brevioribus; anali dorsali 2ª paulo breviore sed forma et altitudine eae subaequali; caudali obtuse rotundata capite paulo breviore ad paulo longiore; colore corpore superne fusco-viridi vel profunde olivaceo, inferne dilutiore; iride viridi margine pupillari aurea; capite lateribus vittis 2 vel 3 longitudinalibus fuscis interdum vix conspicuis; lateribus adolescentibus et adultis basi

multarum squamarum macula triangulari vel semilunari verticali nigricante vel profunde fusca; pinnis, pectoralibus exceptis, membrane fuscis vel violaceis radiis aurantiacis, dorsali 2ª, ventralibus, anali caudalique rubro-aurantiaco limbatis, dorsali 2ª et caudali vulgo maculis irregularibus vel guttulis fuscis dorsali sparsis vel in series longitudinales caudali in series transversas dispositis; pectoralibus membrana dilute violascente-hyalinis radiis aurantiacis; *juvenilibus* trunco vittis vel fasciis 2 vel 3 transversis aurantiacis inferne gracilescentibus, anteriore sub initio dorsalis radiosae, posteriore dorsalem radiosam inter et caudalem sed basi caudalis propiore.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 15. A. 1/7 vel 1/8. C. 7/14/6 ad 9/15/6.

Syn. *Eleotris porocephala* Val., Poiss. XII p. 178; Cant., Cat. Mal. Fish. p. 195; Blkr, Vierde bijdr. ichth. Amboina, Nat. T. Ned. Ind. V p. 345.

Eleotris porocephaloides Blkr, Nieuwe tient. diagn. vischs. Sumatra, Nat. T. Ned. Ind. V p. 511; Günth., Cat. Fish. III p. 109.

Eleotris Cantoris Günth., Cat. Fish. III p. 108; Kner, 4te Folge n. Fisch. Mus. Godeff. Sitz.ber. k. Ak. Wiss. LVIII p. 328.

Hab. Sumatra (Priaman); Nias; Pinang; Singapura; Java (Anjer); Celebes (Manado, Gorontalo); Amboina; Ceram (Wahai); in mari et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 9 speciminum 95‴ ad 320‴.

Rem. L'Ophiocara porocephalus est extrêmement voisin de l'ophiocephalus. Les individus d'un âge plus ou moins avancé se font aisément distinguer par les taches brunes ou noîrâtres du tronc, de la seconde dorsale et de la caudale. Dans les jeunes individus d'environ 100‴ de long ces taches n'existent pas, mais on n'y voit pas non plus les gouttelettes jaune-orange qui sont constantes sur les individus du jeune âge de l'ophiocephalus. Les caractères les plus essentiels cependant pour bien distinguer l'espèce actuelle se trouvent dans la nature cycloïde de toutes les écailles de la tête, de la nuque, de la région thoraco-gulaire et du ventre et dans la formule de la seconde dor-

sale = 1/9 ou 1/10. Par les écailles cycloïdes de la tête, de la nuque et de la région thoraco-gulaire elle approche de l'Ophiocara madagascariensis (Eleotris madagascariensis Val., Blkr) mais dans cette dernière espèce les écailles du ventre sont cténoïdes et elle a la formule de la seconde dorsale = 1/9 ou 1/10, c'est-à-dire à un rayon de plus. Aussi ne voit-on dans le madagascariensis ni les taches noirâtres nettement dessinées ni les bandes transversales oranges du corps qui sont propres aux jeunes du porocephalus et de l'ophiocephalus.

Le porocephalus est connu habiter, hors l'Insulinde, les Séchelles, la Nouvelle-Irlande et les îles Viti.

Ophiocara aporus Blkr, Not. Eleotr., Arch. néerl. sc. nat. X p. 105.

Ophioc. corpore oblongo antice cylindraceo postice compresso, altitudine $5\frac{2}{3}$ ad 6 in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 ad 4 et paulo in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{3}{5}$ ad $1\frac{2}{3}$-, latitudine capitis $1\frac{1}{3}$ ad $1\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali concava; oculis subverticalibus diametro $5\frac{1}{4}$ ad $5\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, diametris 2 ad $2\frac{1}{4}$ distantibus; rostro acuto superne toto fere squamato, oculo vix ad non breviore, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore paulo breviore sub oculi parte anteriore desinente; maxillis dentibus pluriseriatis parvis acutis intermaxillaribus serie externa ceteris paulo majoribus subaequalibus plus minusve antrorsum directis, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris paulo majoribus subaequalibus plane sursum directis; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supraoperculari bene conspicuo; genis sulculis 2 vel 1 longitudinalibus non semper bene conspicuis; squamis capite, nucha regioneque thoraco-praeventrali cycloideis, ceteris ctenoideis, 8 vel 9 in serie longitudinali oculum inter et marginem operculi posteriorem, 17 vel 18 in serie longitudiuali rostrum inter et dorsalem anteriorem, 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis,

10 vel 11 in serie transversali initium pinnae analis inter et dorsalem posteriorem; squamis non squamulatis, frontalibus nuchalibus vix minoribus, supraorbitalibus aliquot minimis, praeopercularibus opercularibus conspicue minoribus; squamis trunco antice et postice subaequalibus; appendice anali compressa, oblongo-elongata truncata vel rotundata; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo ad duplo fere humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali 2ª dorsali 1ª antice non ad paulo postice multo altiore, postice rotundata vel acutangula radiis longissimis corporis altitudine conspicue brevioribus ad paulo longioribus; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro paulo ad non longioribus; ventralibus pectoralibus paulo ad vix brevioribus; anali dorsali radiosae longitudine et forma aequali sed ea vulgo paulo humiliore; caudali obtuse rotundata capite absque rostro paulo longiore; colore corpore superne fusco vel profunde fuscescente-olivaceo, inferne ex viridescente aurantiaco vel dilute aurantiaco; squamis dorso lateribusque plurimis macula profunde fusca notatis; iride violaceo-viridi vel viridi margine pupillari aurea; vittis oculo-opercularibus 2 vel 3 fuscis; pinnis membrana fuscis vel dense fusco arenatis vel fusco-violaceis radiis aurantiacis, dorsalibus superne, ventralibus et anali inferne rubro marginatis, pectoralibus basi vitta transversa profunde fusca rubro limbata; caudali interdum aurantiaco vel flavescente guttulata.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9 (specim. unico 5—1/9). P. 14 vel 15. V. 1/5. A. 1/9 vel 1/10. C. 8/14/6 circ.

Syn. *Eleotris aporos* Blkr, Bijdr. ichth. Halmah., Nat. T. Ned. Ind. VI p. 59; Günth., Cat. Fish. III p. 109; Kner, Zool. Reis. Novara, Fisch. p. 183.

Hab. Borneo, Ternata; Halmahera; Morotai; Batjan (Labuha); Amboina; Samar; in fluviis et mari.

Longitudo 5 speciminum 182‴ ad 220‴.

Rem. L'Ophiocara actuel et l'espèce suivante se distinguent des Ophiocara ophiocephalus et porocephalus par un profil plus pointu, par une bouche plus petite, par une dizaine d'écailles de moins sur une rangée longitudinale du tronc, par l'absence de pores visibles sur la tête et par la longueur égale de la seconde

dorsale et de l'anale. L'Ophiocara Richardsonii (Eleotris Richardsonii Steind.) de Port-Jackson, est une troisième espèce à mâchoire supérieure s'arrêtant sous la partie antérieure de l'oeil, mais plus voisine par l'écaillure et par les nageoires des Ophiocara ophiocephalus et porocephalus. L'aporus a pour caractère spécifique principal le nombre de 17 ou 18 écailles sur une rangée longitudinale entre le museau et la première dorsale.

Kner cite l'espèce comme habitant aussi la Nouvelle-Hollande.

Ophiocara Hoedti Blkr, Not. Eleotr., Arch. néerl. sc. nat. X p. 105.

Ophioc. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine $5\frac{1}{3}$ ad 6 in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 ad $4\frac{2}{5}$ in longitudine corporis; altitudine capitis 2 circ.-, latitudine capitis $1\frac{2}{3}$ ad 2 fere in ejus longitudine; linea rostrofrontali rectiuscula rostro tantum convexiuscula; oculis subverticalibus diametro 4 ad 5 in longitudine capitis, diametro 1 ad $1\frac{2}{3}$ distantibus; rostro acuto superne postice squamato, oculo non longiore apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore paulo breviore sub oculi margine anteriore desinente; maxillis dentibus pluriseriatis parvis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris non multo majoribus subaequalibus plus minusve antrorsum directis, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris paulo majoribus subaequalibus plane sursum directis; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supra-operculari parum conspicuo; genis sulculis 2 vel 1 parum conspicuis vel nullis; squamis capite, nucha et regione thoraco-gulari cycloideis, ceteris ctenoideis, 8 circ. in serie longitudinali rostrum inter et marginem operculi posteriorem, 13 ad 15 in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem anteriorem, 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 10 vel 11 in serie transversali initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis non squamulatis, frontalibus nuchalibus vix minoribus, supraorbitalibus aliquot minimis, praeoper-

3*

cularibus opercularibus conspicue minoribus; squamis trunco antice et postice subaequalibus; appendice anali compressa oblonga truncata vel rotundata; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo vel plus duplo humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali 2ª dorsali 1ª sat multo altiore corpore humiliore obtusa postice quam medio non ad paulo altiore rotundata vel angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non ad paulo longioribus; ventralibus pectoralibus non ad paulo brevioribus; anali dorsali 2ª forma longitudine et altitudine aequali; caudali obtuse rotundata capite paulo longiore; colore corpore superne fuscescente-viridi, inferne aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; vittis lateribus capitis 2 vel 3 fuscis diffusis oculo-opercularibus; mediis lateribus vitta cephalo-caudali fusca; pinnis membrana violascente-hyalinis vel fuscescente arenatis radiis aurantiacis, dorsali anteriore vulgo vittis 3 longitudinalibus fuscis, dorsali radiosa fusco variegata, dorsali radiosa, anali et caudali rubro limbatis, pectoralibus basi vulgo macula irregulari fusca.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9 vel 6—1/10. P. 14 vel 15. V. 1/5. A. 1/9 vel 1/10. C. 8/14/7 ad 10/14/10.

Syn. *Eleotris Hoedti* Blkr, Vijfde bijdr. ichth. Amboina, Nat. T. Ned. Ind. VI p. 496; Günth., Cat. Fish III p. 110.
Eleotris Tolsoni Blkr, N. soort Java's Westhoek, Nat. T. Ned. Ind. VI p. 542.

Hab. Sumatra (Tandjong); Nias; Java (Djungkulon); Timor (Delhi); Buru (Kajeli); Amboina; Waigiu; in fluviis et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 12 speciminum 80‴ ad 161‴.

Rem. Cette espèce est fort voisine de l'Ophiocara aporus et ne s'en distingue guère que par la bande longitudinale brune du tronc, par des yeux relativement plus grands, par la seconde dorsale et l'anale qui sont notablement moins hautes en arrière, et par le nombre moins considérable des écailles sur une rangée entre le museau et la première dorsale. L'individu décrit autrefois sous le nom de Eleotris Tolsoni a un rayon de plus à la seconde dorsale, mais ne se distingue du reste nullement des jeunes individus du Hoedti.

Pogoneleotris Blkr.

Dentes utraque maxilla pluriseriati, intermaxillares serie externa, inframaxillares serie externa et serie interna ceteris longiores, canini nulli. Caput latum depressum microlepidotum, rostro genisque cirris numerosis. Squamae ctenoideae squamulatae. Pinna caudalis acuta. D. 6—13. A. 11.

Rem Bien que je ne connaisse ce type que sur une description assez succincte de l'Eleotris heterolepis Günth., je crois devoir y voir un genre bien distinct, caractérisé, dans le sous-groupe des Eleotrii, par les franges du museau et des joues, par la nature squammuleuse des écailles et par les 13 rayons de la seconde dorsale. La description de M. Günther ne permet pas de la définir plus amplement puis qu'il n'y est donné ni la formule de l'écaillure ni les détails de l'écaillure de la tête, de la nature du bord du préopercule et des rayons branchiaux. La place naturelle du Pogoneleotris semble être entre les genres Culius Blkr et Mogurnda Gill. La seule espèce connue habite l'île de Bornéo.

Pogoneleotris heterolepis Blkr, Notic. Eleotr., Arch. néerl. sc. nat. X p. 107.

Descriptio Güntheriana sequens.

„Scales ctenoid ; numerous small scales are mixed with large ones, the smaller occupying chiefly the base of the larger. Head broad, depressed as in Batrachus, covered with minute scales; snout and cheeks with numerous short filaments and franges. Eyes of minute size, the distance from each other being much greater than that from the end of the snout. Teeth in the jaws in a band, villiform; but there is an outer series of larger teeth in the upper jaw, and an outer and inner in the lower. Vomerine teeth none. None of the fin-rays produced into filaments. Caudal fin wedge-shaped, rather produced, shorter than the head; the upper and lower rudimentary caudal

rays numerous, extending for some distance along the caudal peduncle. Blackish brown. D. 6—13. A. 11".

Syn. *Eleotris heterolepis* Günth., Descr. of two new spec. of Fishes, discovered by the Marquis J. Doria, Ann. Mag. Nat. Hist. 4h Ser. III p. 445.

Hab. Borneo (Sarawak).

Longitudo „seven inches".

CULIUS Blkr = Cheilodipterus Ham.Buch.

Corpus subelongatum vel elongatum antice cylindraceum. Caput acutum depressum, superne lateribusque squamatum. Praeoperculum spina deorsum spectante. Squamae capite cycloideae, lateribus caudaque ctenoideae, trunco 42 ad 65 in serie longitudinali. Dentes utraque maxilla pluriseriati parvi, intermaxillares serie externa seriebus mediis longiores, inframaxillares anteriores serie externa posteriores serie interna dentibus seriebus mediis longiores, canini vel caninoidei nulli. Maxilla inferior prominens. Rictus obliquus. Aperturae branchiales isthmo lato separatae. D. 6—1/8 vel 6—1/9. A. 1/8 vel 1/9. B. 6.

Rem. Le genre Culius tient le milieu entre les genres Ophiocara Gill et Oxyeleotris Blkr et est éminemment distinct par l'épine du préopercule, armure qu'on ne retrouve, dans la sousfamille des Eleotriformes, que dans le genre Brachyeleotris où cependant l'épine est dirigée en arrière. J'en connais une dizaine d'espèces, dont deux appartiennent aux fleuves de l'Afrique occidentale et six aux eaux douces ou saumâtres du grand bassin indo-pacifique. Les espèces se ressemblent beaucoup par les formes et par les couleurs. Aussi faut-il chercher leurs caractères surtout dans les détails de l'écaillure. L'examen des nombreux individus des différentes espèces que j'ai à ma disposition prouve la constance des nombres des écailles dans les rangées longitudinales et transversales des différentes parties de la tête et du tronc dans les différentes espèces, et c'est à l'aide seul des caractères empruntés à ces formules qu'on parvient à nettement distinguer les espèces indo-archipélagiques On trouve d'autres caractères encore dans les détails de l'écaillure de la partie

antérieure de la tête, dans ceux de la dentition, dans les proportions de la hauteur et de la longueur du corps et de la tête, etc., comme l'indique l'exposé qui va suivre.

Des six espèces insulindiennes connues, deux seulement ont été trouvées hors l'Inde archipélagique.

I. Front et préopercule squammeux.

1. 60 à 65 écailles sur une rangée longitudinale entre l'angle supérieur de l'orifice branchial et la base de la caudale. 16 ou 17 écailles sur une rangée transversale entre l'origine de l'anale et la seconde dorsale. 12 à 14 écailles sur une rangée transversale au milieu de la partie libre de la queue. Museau dénué d'écailles.

1. *Culius fuscus* Blkr.

2. 42 à 55 écailles sur une rangée longitudinale.

a. 14 ou 15 écailles sur une rangée transversale entre l'origine de l'anale et la seconde dorsale. 50 à 55 écailles sur une rangée longitudinale.

aa. 11 ou 12 écailles sur une rangée transversale au milieu de la partie libre de la queue. Ecailles caudales pas plus grandes ou presque pas plus grandes que celles du milieu du tronc. Museau sans écailles.

† Tête 4 fois et quelque chose à $4\frac{1}{2}$ fois dans la longueur totale. Les dents intermaxillaires de la rangée interne pas plus grandes que celles des rangées médianes.

2. *Culius melanosoma* Blkr.

†' Tête $3\frac{2}{8}$ à $3\frac{3}{4}$ fois dans la longueur totale. Dents de la rangée externe et interne des deux mâchoires plus grandes que les autres.

3. *Culius macrocephalus* Blkr.

bb. 8 écailles sur une rangée transversale au milieu de

partie libre de la queue. Ecailles caudales beaucoup plus grandes que celles du milieu du tronc. Museau squammeux.

† Tête 4 fois et quelque chose dans la longueur totale. Les dents de la rangée externe et interne des mâchoires plus grandes que les autres.

4. *Culius oxycephalus* Blkr.

b. 11 ou 12 éeailles sur une rangée transversale entre l'origine de l'anale et la seconde dorsale; 8 ou 9 écailles sur une rangée transversale au milieu de la partie libre de la queue. Ecailles caudales pas ou presque pas plus grandes que celles du milieu du tronc. Tête 4 fois ou plus de 4 fois dans la longueur totale.

aa. 50 écailles sur une rangée longitudinale. Hauteur du corps 6 à plus de 7 fois dans la longueur totale.

5. *Culius insulindicus* Blkr.

bb. 42 à 45 écailles sur une rangée longitudinale. Hauteur du corps 5 fois dans la longueur totale.

6. *Culius macrolepis* Blkr.

Culius fuscus Blkr., Quatr. not. ichth. Bouro, Ned. T. Dierk. II p. 150.

Cul. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 5 ad 6 in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 ad $4\frac{1}{3}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{2}$ ad 2, latitudine capitis $1\frac{1}{4}$ ad $1\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali supra oculos rectiuscula vel concaviuscula rostro convexa; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 5 ad 6 fere in longitudine capitis, diametro 1 ad $1\frac{2}{3}$ distantibus; rostro acuto alepidoto, absque maxilla oculo non longiore, apice ante oculi partem superiorem sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore breviore

sub oculi parte posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris paulo majoribus subaequalibus, inframaxillaribus serie externa et posterioribus etiam serie interna ceteris majoribus inaequalibus; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supraoperculari conspicuo; genis sulcis 2 longitudinalibus cristulis 3 ad 5 irregularibus cruciatis; spina praeperculari acuta conica curvata; regione infraoculari alepidota; regionibus postmaxillari et postoculari et praeoperculo squamatis, squamis valde parvis deciduis; operculo squamis sat regulariter seriatis superne 16 circ. in serie longitudinali; squamis lateribus capitis ceteris conspicue majoribus; squamis capite, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis 50 circ. in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalem anteriorem, 60 ad 65 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 16 vel 17 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 12 ad 14 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis occipitalibus nuchalibus conspicue minoribus, caudalibus squamis lateralibus anterioribus et mediis vix vel non majoribus; appendice anali compressa oblongo-elongata; cauda parte libera multo minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali anteriore obtusa rotundata corpore duplo ad plus duplo humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa conspicue altiore sed corpore humiliore obtusa postice vulgo rotundata; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro longioribus; ventralibus pectoralibus brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capite non ad vix longiore; colore corpore superne fuscescente-viridi lateribus superne frequenter profundiore, inferne fuscescente- vel viridescente-aurantiaco vel aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; pinnis fuscis vel membrana violascente-hyalinis radiis aurantiacis; dorsali anteriore vittis 2 vel 3 longitudinalibus profunde fuscis vel violaceo-fuscis; dorsali radiosa, pectoralibus et caudali maculis parvis fuscis vittulas plures dorsali longitudinales pectoralibus et caudali transversas efficientibus; pectoralibus basi superne saepe macula sanguinea vel fusca majore.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 15 ad 17. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 11/14/10 circ. juniorib. lateral. parcior.

Syn. *Poecilia fusca* Bl.Schn., Syst. p. 453.

Cobitis pacifica J. R. Forst. ap. Bl.Schn , Syst. p. 453 et Descr. anim. ed. Licht. p. 235.

Cheilodipterus culius H. B., Fish. Gang. p. 55 tab. 5 fig. 16.

Eleotris nigra QG., Zool. Voy. Freycin. p. 259 tab. 60 fig. 2; CV., Poiss. XII p 175; Blkr., Verh. Bat. Gen. XXV Nalez. ichth. Beng. p. 105 tab. 1 fig. 3.

Eleotris mauritianus Benn., Proc. Comm. Zool. Soc. I p. 166.

Eleotris brachyurus et *melanurus* Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Gob. p. 20, 21.

Eleotris pseudacanthopomus Blkr, Diagn. n. vischs. Sumatra, Nat. T. Ned. Ind. IV p. 276.

Culius niger et *pseudacanthopomus* Blkr, Bijdr. ichth. Boeroe, Nat. T. Tijdschr. N. Ind. XI p. 411.

Eleotris incerta Blyth, Journ. As. Soc. Beng. 1860 p. 146.

Eleotris fusca Günth., Cat. Fish. III p. 125; Kner, Fisch. Novara p. 186; Day. Fish. Malab. p. 115; Fish. Cochin, Proc. Zool. Soc. 1865 p. 28; Rep. Fresh-wat. Fish. Ind. App. p. 254.

Eleotris Soaresi Playf., Fish. Zanzib. p. 74 tab. 9 fig. 4.

Njerreh Javan.

Hab. Sumatra (Tandjong, Benculen, Padang, Priaman); Nias; Singapura; Java (Patjitan, Pasuruan); Bali (Boleling); Borneo; Sumbawa (Bima); Celebes (Badjoa, Boni, Manado, Klabatdiatas); Batjan (Labuha); Buro (Kajeli); Ceram (Wahai); Amboina; Waigiu; Nova-Guinea; Luzon; Samar; in fluviis et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 26 speciminum 70‴ ad 140‴.

Rem. Une nouvelle comparaison des individus, décrits autrefois sous les noms d'Eleotris brachyurus et d'Eleotris pseudacanthopomus aux nombreux spécimens que je possède maintenant du Culius fuscus, justifie l'opinion émise par M. Günther que le pseudacanthopomus ne se distingue pas spécifiquement du fuscus. Parmi les dents latérales mandibulaires de la rangée postérieure inégalement développées il s'en présente souvent une

seule ou deux qui, sans pouvoir être nommées des canines, sont visiblement plus longues que les autres. L'Eleotris melanurus Blkr n'a été établi que sur une petit individu très-mal conservé de 50''' de long, lequel étant encore en ma possession, me paraît maintenant devoir être rapporté à l'espèce actuelle.

Le Culius fuscus est une des espèces les plus repandues dans la région indo-polynésienne. Hors l'Insulinde elle est connue habiter le fleuve de Pangani (côte orientale d'Afrique), les eaux de Madagascar, de l'île Maurice, de Johanna, des Séchelles, de Ceylon, de Malabar, du Bengale, de Burmah, des îles Nicobares et Andaman, de Wanderer-Bay, d'Aneiteum, d'Oualan, d'Oriadea et de Taiti.

Je ne puis pas voir, dans l'Eleotris Soaresi Playf. de Mossambique, une espèce distincte. Les petites écailles des joues étant caduques se perdent souvent par le frottement et les différences dans les proportions de la tête et des yeux décrites par M. Playfair ne cadrent pas avec la figure.

Culius melanosoma Blkr, Bijdr. ichth. Boero, Nat. T. Ned. Ind. XI p. 412.

Cul. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine $5\frac{1}{2}$ ad 7 in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 et paulo ad $4\frac{1}{2}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{2}$ ad plus quam 2, latitudine capitis $1\frac{1}{3}$ ad $1\frac{3}{4}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali supra oculos rectiuscula vel concaviuscula rostro convexa; oculis obliquis magis lateraliter quam sursum spectantibus, diametro $4\frac{1}{2}$ ad $5\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, diametro 1 ad $1\frac{2}{3}$ distantibus; rostro acuto alepidoto absque maxilla superiore oculo breviore, apice ante oculi partem superiorem sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore breviore sub medio oculo vel oculi dimidio posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris paulo majoribus subaequalibus, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris majoribus inaequalibus; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supraoperculari

valde conspicuo; genis sulcis 2 longitudinalibus plus minusve conspicuis cristulis 3 ad 5 transversis interdum vix conspicuis unitis; spina praeoperculari conica acuta curvata; genis et operculo squamatis squamis plus minusve deciduis, speciminibus valde juvenilibus genis et praeoperculo frequenter nullis, squamis genis et praeoperculo squamis opercularibus minoribus; squamis capite, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis plus quam 20 in serie longitudinali oculum inter et operculi marginem posteriorem quarum 10 circ. opercularibus, 40 circ. in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem anteriorem, 50 ad 55 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 14 vel 15 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 11 vel 12 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis interocularibus et frontalibus squamis occipitalibus et nuchalibus minoribus; squamis lateribus antice squamis mediis lateribus non multo majoribus, caudalibus squamis mediis lateribus non majoribus; appendice anali compressa oblongo-elongata; cauda parte libera minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali anteriore obtusa corpore minus duplo ad duplo humiliore spinis 2^a 3^a et 4^a ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa altiore corpore non ad non multo humiliore obtusa postice angulata vel rotundata; pectoralibus obtuse rotundatis capite paulo ad non brevioribus; ventralibus pectoralibus vulgo paulo brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capite paulo breviore; colore corpore superne nigricante-fusco vel fusco vel fuscescente-viridi, inferne dilutiore; iride viridi vel violacea margine pupillari aurea; pinnis membrana fuscis vel violascente-hyalinis radiis aurantiacis vel fuscis, omnibus vel ventralibus analique exceptis fusco variegatis fusco dorsalibus et anali vittulas longitudinales pinnis ceteris vittulas transversas efficiente; pectoralibus basi superne frequenter macula majore fusca.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 16 ad 19. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 12/14/11 circ.

Syn. *Eleotris melanosoma* Blkr, N. bijdr. ichth. Ceram; Nat. T. Ned. Ind. III p. 705; Günth., Cat. Fish. III p. 126.

Eleotris acanthopomus Blkr, Diagn. n. vischs. Sumatra, Nat. T. Ned. Ind. IV p. 275.

Culius acanthopomus Blkr, Bijdr. ichth. Boero, Nat. T. Ned. Ind. XI p. 411, 412.

Hab. Sumatra (Benculen, Padang, Ulacan, Priaman); Singapura; Borneo; Celebes (Boni); Batjan (Labuha); Amboina; Ceram (Wahai); Buro (Kajeli); Timor (Atapupu); in aquis fluvio-marinis.

Longitudo 16 speciminum 60‴ ad 115‴

Rem Kner suppose que le Culius melanosoma pût bien n'être pas distinct du Culius oxycephalus. L'oxycephalus est cependant bien nettement à distinguer de l'espèce actuelle par les grandes écailles de la queue dont on ne compte qu'une huitaine sur une rangée transversale au milieu de la partie libre de la queue, et qui sont notablement plus grandes que les écailles du milieu du tronc.

Culius macrocephalus Blkr, Tweede bijdr. ichth. Boero, Nat. T. Ned. Ind. XIII p. 70.

Cul. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 6 ad 7 et paulo in ejus longitudine; capite acuto depresso $3\frac{2}{3}$ ad $3\frac{3}{4}$ in longitudine corporis; altitudine capitis 2 circ., latitudine capitis $1\frac{3}{4}$ circ. in ejus longitudine; linea rostro-frontali supra oculos concaviuscula rostro convexa; oculis oblique sursum spectantibus diametro 5 circ. in longitudine capitis, diametro 1 circ. distantibus; rostro acuto alepidoto absque maxilla oculo breviore, apice ante oculi marginem superiorem sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore paulo breviore sub medio oculo desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis serie externa et serie interna ceteris paulo majoribus subaequalibus; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo supra-operculari bene conspicuo; genis sulcis 2 longitudinalibus cristulis 3 vel 4 transversis unitis; spina praeoperculari acuta conica curvata; regione infraoculari alepidota; genis postice, praeoper-

culo et operculo ubique squamatis squamis genis et praeoperculo minimis squamis operculo minoribus; squamis capite, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis 45 circ. in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem anteriorem, 50 ad 55 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 14 vel 15 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 11 vel 12 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis occipitalibus nuchalibus conspicue minoribus, caudalibus squamis lateralibus anterioribus vix majoribus; appendice anali compressa oblonga; cauda parte libera multo minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali anteriore rotundata corpore minus duplo humiliore spinis 2^a 3^a et 4^a ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa paulo altiore corpore humiliore obtusa postice rotundata vel angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capitis parte postoculari longioribus; ventralibus pectoralibus paulo brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capite absque rostro non breviore; colore corpore superne fuscescente-viridi vel profunde olivaceo, inferne viridescente-aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; pinnis membrana violascente-hyalinis vel plus minusve fusco arenatis, radiis aurantiacis maculis parvis fuscis variegatis, maculis dorsalibus et anali vittulas longitudinales pectoralibus et caudali vittulas transversas efficientibus.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 15 ad 17. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 7/14/7 circ.

Hab. Buro (Kajeli); Amboina; in aquis fluvio-marinis.

Longitudo 2 speciminum 103‴ et 105‴.

Rem. Cette espèce, voisine du melanosoma, se distingue de toutes les espèces connues du genre par la longueur de la tête qui ne mesure que de $3\frac{2}{3}$ ad $3\frac{3}{4}$ fois dans la longueur totale. Je l'établis sur un seul individu pêché à Kajéli, mais depuis j'en ai reçu un autre de même taille de l'île d'Amboine. Elle présente l'écaillure du melanosoma et la dentition de l'oxycephalus.

Culius oxycephalus Blkr, Not. Eléotr., Arch. néerl. sc. nat. X p. 105.

Cul. corpore elongata antice cylindraceo postice compresso, altitudine 7$\frac{1}{3}$ circ. in ejus longitudine; capite acuto depresso, 4 et pāulo in longitudine corporis; altitudine capitis 2 circ., latitudine capitis 1$\frac{3}{4}$ circ. in ejus longitudine; linea rostrofrontali supra oculos concaviuscula rostro convexa; oculis obliquis magis lateraliter quam sursum spectantibus, diametro 5$\frac{1}{2}$ ad 6 circ. in longitudine capitis, diametro 1 et paulo ad 1$\frac{2}{3}$ circ. distantibus; rostro acuto superne toto fere squamato, absque maxilla superiore oculo non longiore, apice ante oculi marginem superiorem sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevi-tubulatis; maxilla superiore inferiore conspicue breviore sub oculi dimidio anteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis serie externa et serie interna ceteris paulo majoribus subaequalibus; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supra-operculari valde conspicuo; genis sulcis 2 longitudinalibus parum conspicuis cristulis 4 transversis distantibus unitis; spina praeoperculi conica deorsum spectante non curvata; genis et operculis ubique dense squamatis, squamis genis et praeoperculo squamis operculo multo minoribus; squamis capite, nucha, regione-thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis 28 circ. in serie longitudinali oculum inter et marginem operculi posteriorem quarum 14 circ. opercularibus, 60 circ. in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalem anteriorem, 50 ad 55 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 14 circ. in serie transversali initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 8 circ. in serie transversali paulo ante basin pinnae caudalis; squamis interocularibus et temporalibus quam squamis occipitalibus et nuchalibus, lateralibus anterioribus et mediis quam caudalibus conspicue minoribus; appendice anali compressa oblonga; cauda parte libera paulo minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali anteriore obtusa corpore minus duplo humiliore, spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali radiosa dorsali spinosa paulo altiore postice quam antice altiore obtusa angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capitis parte

postoculari vix longioribus; ventralibus pectoralibus paulo brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata, capitis parte postoculari longiore; colore corpore superne fuscescente viridi, inferne aurantiaco; iride viridi vel violaceo-viridi margine pupillari aurea; sulco oculo-supraoperculari fuscescente; lateribus vittis 10 circ. diffusis fuscis cephalo-caudalibus; pinnis omnibus membrana violascente-hyalinis radiis aurantiacis, membrana radiisque maculis Λ formibus fuscis variegatis, fusco dorsalibus analique vittulas plures longitudinales, pinnis ceteris vittulas plures transversas efficiente.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 16. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 8/14/7 circ.

Syn. *Eleotris oxycephala* Schl., Faun. Jap. Poiss. p. 150 tab. 77 fig. 4, 5; Günth., Cat. Fish. III p. 115; Kner, Zool. Reise Novara Fisch. p. 185.

Eleotris cantherius Rich., Rep. 15^{h} meet. Brit. Assoc. in Rep. ichth. China p. 209.

Hab. Java (Kner).

Longitudo 2 speciminum 105‴ et 210‴.

Rem. Le Culius actuel est connu habiter les eaux de Chine, du Japon et de la Nouvelle-Hollande orientale (Sidney). Je ne l'ai jamais trouvé dans l'Insulinde et ce n'est que sur l'autorité de Kner que je le mentionne comme espèce de Java. J'ai pris la description sur deux individus fort bien conservés du Japon.

L'oxycephalus me semble le plus voisin du Culius senegalensis (Eleotris (Culius) senegalensis Steind.) dont la figure ne montre qu'une huitaine d'écailles sur une rangée transversale au milieu de la partie libre de la queue; mais cette espèce paraît avoir le museau, les joues et le préopercule sans écailles et le tronc couvert d'une rangée de larges taches foncées.

Culius insulindicus Blkr, Not. Eléotr., Arch. néerl. sc. nat. X p. 107.

Cul. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso,

altitudine 6 et paulo ad 7 et paulo in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 ad 4 et paulo in longitudine corporis; altitudine capitis 2-, latitudine capitis $1\frac{3}{5}$ ad $1\frac{3}{4}$ in ejus longitudine; linea rostro frontali supra oculos rectiuscula rostro convexa; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 5 ad 6 in longitudine capitis, diametro 1 ad $1\frac{1}{3}$ distantibus; rostro acuto alepidoto, absque maxilla superiore oculo non longiore, apice ante oculi partem superiorem sito; naribus anterioribus rostri margini approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi dimidio posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris paulo majoribus subaequalibus, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris majoribus inaequalibus; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supraoperculari bene conspicuo; genis sulcis 2 longitudinalibus plus minusve conspicuis cristulis 3 ad 5 transversis unitis; spina praeoperculari acuta curvata; regione suboculari alepidota; squamis genis, praeoperculo et operculo minimis, genis et praeoperculo valde deciduis, operculo 15 circ. in serie longitudinali; squamis capite, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus et cauda ctenoideis; squamis 40 circ. in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem anteriorem, 50 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 11 vel 12 in serie transversa initium analis inter et dorsalem radiosam, 9 circ. in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis interocularibus et occipitalibus squamis nuchalibus conspicue minoribus, caudalibus quam lateribus antice conspicue majoribus et quam lateribus medio non vel vix majoribus; appendice anali compressa oblongo-elongata; cauda parte libera non multo minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo vel plus duplo humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa altiore corpore humiliore obtusa postice angulata vel rotundata; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro longioribus; ventralibus pectoralibus brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capite absque rostro longiore; colore corpore superne fuscescente, roseo-viridi vel fuscescente-viridi

inferne dilutiore vel roseo-aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; pinnis membrana violascente-hyalinis vel fuscis, radiis aurantiacis; dorsali spinosa vittis 2 vel 3 longitudinalibus fuscis; dorsali radiosa, caudali et pectoralibus fusco variegatis, fusco dorsali vittulas longitudinales, pectoralibus et caudali vittulas transversas efficiente; pectoralibus basi superne frequenter macula majore fusca vel sanguinea.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 16 vel 17. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 12/14/10 circ.

Hab. Sumatra (Padang); Singapura; Buro (Kajeli); Amboina; Timor (Kupang); in aquis fluvio-marinis.

Longitudo 13 specinimum 62‴ ad 114‴.

Rem. Le Culius actuel appartient encore, par la formule des écailles sur une rangée longitudinale du tronc, au groupe des Culius oxycephalus, melanosoma et macrocephalus, mais il est distinct par un moindre nombre d'écailles sur une rangée transversale entre l'origine de l'anale et la seconde dorsale. Il n'a cependant, comme l'oxycephalus, que 9 écailles sur une rangée transversale du milieu de la partie libre de la queue, mais les écailles de la queue ne diffèrent presque pas en largeur de celles du milieu du tronc, tandis que les écailles de cette partie du tronc dans l'oxycephalus sont beaucoup plus petites que celles de la partie libre de la queue.

Culius macrolepis Blkr, Not. Eléotr., Arch. néerl. sc. nat. X p. 109.

Cul. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 5 et paulo in ejus longitudine; capite acuto depresso 4 fere ad 4 et paulo in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{2}{3}$ circ.-, latitudine capitis $1\frac{2}{5}$ ad $1\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali supra oculos concaviuscula rostro convexa; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 5 ad $5\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, diametro $1\frac{1}{2}$ circ. distantibus; rostro acuto alepidoto absque maxilla oculo non longiore, apice ante oculi partem superiorem sito; naribus anterioribus rostri margini

approximatis brevitubulatis; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi dimidio posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis, intermaxillaribus serie externa ceteris paulo majoribus subaequalibus, inframaxillaribus anterioribus serie externa posterioribus serie interna ceteris longioribus inaequalibus; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; genis sulcis 2 longitudinalibus cristulis 3 ad 5 transversis unitis; spina praeoperculari curvata; regione suboculari alepidota; genis postice, praeoperculo operculoque ubique squamatis; squamis genis et praeoperculo minimis squamis operculo minoribus; squamis capite, nucha, regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis 40 circ in serie longitudinali rostrum inter et pinnam dorsalem anteriorem, 42 ad 45 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 11 vel 12 in serie transversa initium analis inter et dorsalem radiosam, 8 vel 9 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis interocularibus et occipitalibus squamis nuchalibus minoribus, caudalibus quam squamis lateribus antice paulo majoribus et quam lateribus medio vix ad non majoribus; appendice anali compressa oblongo-elongata; cauda parte libera multo minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali anteriore obtusa corpore plus duplo humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa conspicue altiore corpore humiliore obtusa postice angulata; pectoralibns obtuse rotundatis capite absque rostro longioribus; ventralibus pectoralibus paulo brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capite absque rostro longiore; colore corpore superne rufescente- vel fuscescente-viridi, inferne viridescente-aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; pinnis membrana fuscescentibus vel purpureis vel violascente-hyalinis radiis aurantiacis; dorsali spinosa vittulis 2 longitudinalibus fuscis; dorsali radiosa et caudali maculis parvis fuscis variegatis, maculis dorsali vittulas longitudinales, caudali vittulas transversas efficientibus; pectoralibus basi superne macula fusca vel sanguinea.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 15 vel 16. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 11/14/11 circ.

Hab. Amboina, in mari vel in aquis fluvio-marinis.
Longitudo 2 speciminum 70‴ et 81‴.

Rem. Le Culius actuel se fait aisément reconnaître par ses écailles du tronc. Seul parmi ses congénères il n'a que de 42 à 45 écailles sur une rangée longitudinale du tronc. Pour le nombre des écailles sur les rangées transversales l'espèce ressemble à l'insulindicus, espèce du reste à corps moins trapu et à une cinquantaine d'écailles sur une rangée longitudinale.

Belobranchus Blkr.

Corpus subelongatum vel elongatum antice cylindraceum, capite acutiusculo vel obtusiusculo plane alepidoto, radio branchiostego superiore vel subsuperiore inferne spina antrorsum spectante. Squamae trunco ctenoideae 70 circ. in serie longitudinali. Dentes; utraque maxilla pluriseriati serie externa paulo longiores, canini nulli; pharyngeales pluriseriati conici acuti. Maxilla inferior prominens. Rictus obliquus. Nares non tubulatae, anteriores a rostri margine remotae. Aperturae branchiales isthmo lato separatae. D. 6—1/7 vel 6—1/8. A. 1/7 vel 1/8.

Rem. Le genre Belobranchus est remarquable, dans le groupe des Eleotrini, par la tête complètement dénuée d'écailles et par l'armure en forte épine dirigée en avant du premier rayon ou des deux premiers rayons de la membrane branchiale. Par la tête complètement lisse et sans écailles il est voisin du Philypnodon, mais il en diffère par l'absence de dents vomériennes, palatines et linguales, par l'épine branchiale, par la petitesse des écailles et par les six épines de la première dorsale. Le genre Gymneleotris du sousgroupe des Eleotri, approche plus encore du Belobranchus, mais il se distingue par l'absence d'épine branchiale, par l'absence d'écailles sur la partie antérieure du tronc, par la présence de canines inframaxillaires et par la formule des nageoires = D. 7—11. A. 9. Le genre actuel présente seul, parmi les Eleotrini à ma disposition, le caractère de narines antérieures non prolongées en tubule et distantes du bord libre du museau.

Je ne connais du genre qu'une seule espèce, l'Eleotris belobrancha Val. Une deuxième espèce fut décrite sous le nom de Belobranchus taeniopterus, mais cette espèce n'est que nominale et ne représente que le jeune âge du Belobranchus type.

Belobranchus Quoyi Blkr, Nieuwe bijdr. ichth. Bali, Nat. T. Ned. Ind. XII p. 300.

Belobr. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 6 ad 7 in ejus longitudine; capite depresso 4 fere ad $4\frac{3}{4}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{2}{3}$ ad 2, latitudine capitis $1\frac{1}{4}$ ad $1\frac{3}{4}$ in ejus longitudine; linea rostrofrontali fronte rectiuscula vel convexiuscula rostro convexa; oculis obliquis juvenilibus magis lateraliter quam sursum aetate provectis magis sursum quam lateraliter spectantibus, diametro $3\frac{1}{3}$ ad $6\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, diametro $\frac{1}{2}$ ad $1\frac{1}{3}$ distantibus; rostro convexo oculo duplo ad non breviore, apice ante medium oculum vel ante oculi marginem inferiorem sito; maxilla superiore maxilla inferiore breviore valde juvenilibus sub medio oculo, aetate provectioribus sub oculi margine posteriore vel paulo post oculum desinente; dentibus maxillis anterioribus pauciseriatis parvis acutis serie externa ceteris paulo majoribus, posterioribus uniseriatis inframaxillaribus inaequalibus intermaxillaribus subaequalibus longioribus; dentibus pharyngealibus pluriseriatis parvis conicis acutis; poris capite conspicuis nullis; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; genis sulcis 2 longitudinalibus, superiore ramo adscendente, inferiore ramo rostro-prae- et supra-oculari cum sulco oculo-supra-operculari continuo; radio branchiostego anteriore vel anteriore et sequente inferne spina antrorsum spectante valida conica acuta; apertura branchiali verticali inferne non antrorsum producta; regione gulari alepidota; squamis nucha, basi pinnae pectoralis ventreque cycloideis, lateribus caudaque ctenoideis; squamis nuchalibus minimis juvenilibus deciduis anterioribus posterioribus conspicue minoribus; squamis trunco 70 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 20 circ. in serie transversa

initium analis inter et dorsalem radiosam, 16 circ. in serie transversa paulo ante basin pinna caudalis; squamis caudalibus squamis medio trunco non vel vix majoribus; cauda parte libera duplo fere longiore quam postice alta; appendice anali oblongo-elongata; pinna dorsali anteriore obtusa corpore duplo vel plus duplo humiliore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus; dorsali radiosa dorsali spinosa sat multo altiore sed corpore humiliore obtusa rotundata; pectoralibus obtuse rotundatis capitis parte postoculari non ad vix longioribus radiis superioribus brevibus filosis; ventralibus capitis parte postoculari brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata; colore corpore superne fuscescente-aurantiaco vel violascente aurantiaco vel profunde olivaceo, inferne fuscescente, aurantiaco vel flavescente; vittulis vel striis profunde fuscis cephalo-caudalibus numerosis (totidem ac series squamarum longitudinales); iride viridi margine pupillari aurea; pinnis membrana violascente-hyalinis vel fuscescentibus, radiis aurantiacis; *juvenilibus* et *adolescentibus* corpore vittis irregularibus transversis pluribus aurantiacis vel punctis et ocellis sparsis sat numerosis aurantiacis; pinnis, ventralibus exceptis, fusco variegatis fusco dorsalibus et anali vittulas longitudinales pectoralibus et caudali vittas irregulares transversas efficiente; pectoralibus basi superne vulgo macula majore fusca vel sanguinea; *aetate provectioribus* et *adultis* corpore diffuse fusco nebulato; pinnis diffuse tantum vel non variegatis dorsali spinosa infra apicem vulgo fuscescente.

B. 6. D. 6—1/7 vel 6—1/8. P. 19 ad 23. V. 1/5. A. 1/7 vel 1/8. C. 12/14/10 circ. vel lat. brev. parciores.

Syn. *Eleotris belobrancha* CV., Poiss. XII p. 183; Blkr, Vierde bijdr. ichth. Celebes Nat. T. Ned. Ind. V p. 167; Günth., Cat. Fish. III p. 127.

Belobranchus taeniopterus Blkr, N. bijdr. ichth. Bali, Nat. T. Ned. Ind. XII p. 301.

Eleotris taenioptera Günth., Cat. Fish. III p. 127.

Hab. Bali (Boleling); Borneo; Celebes (Maros, Manado, Sawangan, Klabatdiatas, Gorontalo; Batjan (Labuha); Ceram; in fluviis et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 16 speciminum 48‴ ad 161‴.

Rem. Le Belobranchus taeniopterus fut établi sur cinq petits individus de 48‴ jusqu'à 57‴ de long provenant de l'île de Bali ; et je décrivis comme étant de l'espèce de l'Eleotris belobrancha CV. un individu de Célèbes de 119‴ de long. Depuis, j'ai reçu dix autres spécimens de Belobranchus de dimensions fort différentes et en partie tenant le milieu en longueur entre les individus antérieurement décrits. La comparaison de tous ces individus n'pas fait découvrir de caractères essentiels pour séparer spécifiquement le taeniopterus du Quoyi. Les formules des écailles et des nageoires sont parfaitement les mêmes et les différences dans les proportions du corps, de la tête, des mâchoires etc ne sont que des caractères d'âge ou de simples variations individuelles. Quant aux couleurs, je puis démontrer que les bandelettes des nageoires se perdent ordinairement après l'adolescence et ne laissent même pas de vestiges dans les adultes. Les bandes transversales du corps, déjà peu marquées dans les jeunes, ne se font pas non plus observer dans les adultes et y sont ordinairement remplacées par des bandelettes longitudinales brunes et étroites, égalant en nombre les rangées longitudinales d'écailles du tronc. Le taeniopterus est donc une espèce à rayer.

Le Belobranchus Quoyi n'a pas été trouvé jusqu'ici hors l'Insulinde.

Subphalanx Butii.

Eleotrini capite superne cristis osseis laevibus vel serratis; palato edentulo; dentibus utraque maxilla pluriseriatis; aperturis branchialibus usque sub oculo extensis isthmo angusto separatis; squamis trunco ctenoideis; crista praeoperculi intramarginali libera; naribus sat approximatis non tubulatis; membrana branchiostega radiis 6.

Rem. Le sousgroupe des Butii se fait aisément distinguer, parmi les Eleotriformes par les crêtes osseuses entre les orbites et par le double bord du préopercule dont l'interne s'érige en crête libre bien distincte.

Les espèces connues de Butii sont peu nombreuses, mais elles sont à rapporter à quatre genres, que j'ai indiqués sous les noms de Butis, Gymnobutis, Prionobutis et Odontobutis. Trois de ces genres ont des représentants dans l'Insulinde. Du genre Gymnobutis, caractérisé par la tête deprimée et pointue et dénuée d'écailles, par l'absence d'écailles sur la partie antérieure du tronc, par les sept épines dorsales etc., la seule espèce connue habite la côte orientale de la Nouvelle-Hollande, mais toutes les autres espèces du groupe sont insulindiennes et s'étendent en partie jusqu'aux côtes du Japon, de Chine, de Siam et de l'Inde.

ODONTOBUTIS Blkr.

Corpus subelongatum antice cylindraceum; capite prismatico, acuto, depresso, latiore quam alto, superne lateribusque dense squamato, cristis interorbitalibus nudis laevibus. Squamae trunco 40 circ. in serie longitudinali. Dentes; utraque maxilla pauciseriati graciles non conferti serie externa paulo longiores, canini nulli; pharyngeales pluriseriati conico-subulati. Maxilla inferior valde prominens. D. 6 ad 8—1/8 ad 6—1/10. A 1/6 ad 1/8.

Rem. Le genre Odontobutis se fait aisément reconnaître par le peu de développement des crêtes du dessus de la tête, les interorbitaires étant très-peu élevés, lisses et sans écailles susorbitaires, et celles du museau et de la région temporale n'étant que rudimentaires ou nulles. La diagnose est facilitée encore par la dense écaillure du dessus et des côtés de la tête et par les quarante écailles sur une rangée longitudinale du tronc. Je n'en connais qu'une seule espèce, celle que M. Schlegel a décrit le premier sous le nom d'Eleotris obscura.

Odontobutis obscura Blkr, Syst. Gob., Arch. néerl. sc. nat. IX p. 305.

Odontob. corpore elongato antice cylindraceo postice com-

presso, altitudine 5 ad $5\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; capite acuto depresso $3\frac{1}{5}$ ad $3\frac{3}{5}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{3}{5}$ ad $1\frac{3}{4}$, latitudine capitis $1\frac{2}{5}$ ad $1\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali juvenilibus rectiuscula aetate provectis supra oculos concaviuscula rostro convexa; oculis obliquis magis sursum quam lateraliter spectantibus, diametro 4 ad 6 in longitudine capitis, diametro 1 fere ad 2 fere distantibus; rostro acuto absque maxilla superiore oculo non ad vix longiore, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus rostri margini sat approximatis margine elevato claudendis; maxilla superiore inferiore breviore junioribus sub medio oculo aetate provectis sub oculi parte posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis conicis acutis curvatis seriebus internis mobilibus, serie externa seriebus mediis paulo longioribus; dentibus pharyngealibus pluriseriatis conico-subulatis vix curvatis; poris capite conspicuis nullis; crista supra-orbitali obtusa humili laevi alepidota; cristis rostro regioneque temporali nullis; sulco rostro-fronto-postoculo-supraoperculari bene conspicuo; genis sulculis 2 vel 3 longitudinalibus superiore ramulo adscendente cum sulco postoculari unito; rostro et regione praeorbitali alepidotis; squamis frontalibus usque ad nares posteriores fere sese extendentibus; genis, praeoperculo operculoque dense squamatis, squamis genis postocularibus et opercularibus conspicue minoribus; aperturis branchialibus usque sub oculo porrectis isthmo gracili tantum sejunctis; squamis capite, thoraco-gularibus et ventralibus cycloideis, nuchalibus et lateribus caudaque ctenoideis non squamulatis; squamis 20 circ. in serie longitudinali orbitae partem posteriorem inter et dorsalem spinosam anteriorem, 17 circ. in serie longitudinali oculum inter et operculi marginem posteriorem, 40 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 13 circ. in serie transversa initium analis inter et dorsalem radiosam, 10 circ. in serie transversa cauda paulo ante basis pinnae caudalis; squamis frontalibus nuchalibus conspicue minoribus; squamis trunco antice quam mediis lateribus caudaque minoribus, caudalibus iis medio trunco non ad vix majoribus; appendice anali oblongo-elongata; cauda parte libera multo minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali spinosa obtusa corpore duplo vel plus duplo humiliore

Les espèces connues de Butii sont peu nombreuses, mais elles sont à rapporter à quatre genres, que j'ai indiqués sous les noms de Butis, Gymnobutis, Prionobutis et Odontobutis. Trois de ces genres ont des représentants dans l'Insulinde. Du genre Gymnobutis, caractérisé par la tête deprimée et pointue et dénuée d'écailles, par l'absence d'écailles sur la partie antérieure du tronc, par les sept épines dorsales etc., la seule espèce connue habite la côte orientale de la Nouvelle-Hollande, mais toutes les autres espèces du groupe sont insulindiennes et s'étendent en partie jusqu'aux côtes du Japon, de Chine, de Siam et de l'Inde.

Odontobutis Blkr.

Corpus subelongatum antice cylindraceum; capite prismatico, acuto, depresso, latiore quam alto, superne lateribusque dense squamato, cristis interorbitalibus nudis laevibus. Squamae trunco 40 circ. in serie longitudinali. Dentes; utraque maxilla pauciseriati graciles non conferti serie externa paulo longiores, canini nulli; pharyngeales pluriseriati conico-subulati. Maxilla inferior valde prominens. D. 6 ad 8—1/8 ad 6—1/10. A 1/6 ad 1/8.

Rem. Le genre Odontobutis se fait aisément reconnaître par le peu de développement des crêtes du dessus de la tête, les interorbitaires étant très-peu élevés, lisses et sans écailles susorbitaires, et celles du museau et de la région temporale n'étant que rudimentaires ou nulles. La diagnose est facilitée encore par la dense écaillure du dessus et des côtés de la tête et par les quarante écailles sur une rangée longitudinale du tronc. Je n'en connais qu'une seule espèce, celle que M. Schlegel a décrit le premier sous le nom d'Eleotris obscura.

Odontobutis obscura Blkr, Syst. Gob., Arch. néerl. sc. nat. IX p. 305.

Odontob. corpore elongato antice cylindraceo postice com-

presso, altitudine 5 ad $5\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; capite acuto depresso $3\frac{1}{5}$ ad $3\frac{3}{5}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{3}{5}$ ad $1\frac{3}{4}$, latitudine capitis $1\frac{2}{5}$ ad $1\frac{1}{2}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali juvenilibus rectiuscula aetate provectis supra oculos concaviuscula rostro convexa; oculis obliquis magis sursum quam lateraliter spectantibus, diametro 4 ad 6 in longitudine capitis, diametro 1 fere ad 2 fere distantibus; rostro acuto absque maxilla superiore oculo non ad vix longiore, apice ante medium oculum sito; naribus anterioribus rostri margini sat approximatis margine elevato claudendis; maxilla superiore inferiore breviore junioribus sub medio oculo aetate provectis sub oculi parte posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis conicis acutis curvatis seriebus internis mobilibus, serie externa seriebus mediis paulo longioribus; dentibus pharyngealibus pluriseriatis conico-subulatis vix curvatis; poris capite conspicuis nullis; crista supra-orbitali obtusa humili laevi alepidota; cristis rostro regioneque temporali nullis; sulco rostro-fronto-postoculo-supraoperculari bene conspicuo; genis sulculis 2 vel 3 longitudinalibus superiore ramulo adscendente cum sulco post-oculari unito; rostro et regione praeorbitali alepidotis; squamis frontalibus usque ad nares posteriores fere sese extendentibus; genis, praeoperculo operculoque dense squamatis, squamis genis post-ocularibus et opercularibus conspicue minoribus; aperturis branchialibus usque sub oculo porrectis isthmo gracili tantum sejunctis; squamis capite, thoraco-gularibus et ventralibus cycloideis, nuchalibus et lateribus caudaque ctenoideis non squamulatis; squamis 20 circ. in serie longitudinali orbitae partem posteriorem inter et dorsalem spinosam anteriorem, 17 circ. in serie longitudinali oculum inter et operculi marginem posteriorem, 40 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 13 circ. in serie transversa initium analis inter et dorsalem radiosam, 10 circ. in serie transversa cauda paulo ante basis pinnae caudalis; squamis frontalibus nuchalibus conspicue minoribus; squamis trunco antice quam mediis lateribus caudaque minoribus, caudalibus iis medio trunco non ad vix majoribus; appendice anali oblongo-elongata; cauda parte libera multo minus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali spinosa obtusa corpore duplo vel plus duplo humiliore

spinis mediis ceteris longioribus; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore corpore humiliore, obtusa, postice quam medio non altiore angulata vel rotundata; pectoralibus obtuse rotundatis capitis parte postoculari longioribus; ventralibus capitis parte postoculari sat multo ad non brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtuse rotundata capitis parte postoculari longiore; corpore superne fuscescente-olivaceo vel profunde olivaceo inferne viridescente-aurantiaco vel pallide aurantiaco, junioribus dorso lateribusque fusco nebulato; iride viridi margine pupillari aurea; capite inferne juvenilibus praesertim fusco et flavescente-aurantiaco variegato; pinna dorsali spinosa fusca vel violascente-hyalina maculis irregularibus fuscis variegata; pinnis ceteris membrana violascentibus vel violascente-hyalinis radiis aurantiacis fusco variegatis, fusco dorsali radiosa et anali vittulas longitudinales, pectoralibus, ventralibus caudalique vittulas transversas efficiente; ventralibus interdum totis fuscis.

B. 6. D. 6 ad 8—1/8 vel 1/9 vel 1/10. P. 15. V. 1/5. A 1/6 vel 1/7 vel 1/8. C. 7/14/5 circ.

Syn. *Eleotris obscura* Schl., Faun. Jap. Poiss. p. 149 tab. 77 fig. 1, 2, 3; Günth., Cat. Fish. III p. 115; Kner, Zool. Reis. Novara Fisch. p. 185.

Hab. Java (Kner).

Longitudo 10 speciminum 80''' ad 171'''.

Rem. Le nombre des épines dorsales, dans cette espèce, varie entre 6 et 8 mais celui de sept paraît le normal. Je compte ce nombre sur huit des dix individus à ma disposition, les autres n'en ayant que six. Kner observa des individus à huit épines dorsales. M Günther décrit les écailles comme „not ciliated", mais cette expression ne peut se rapporter qu'aux écailles de la tête, de la région thoraco-gulaire et du ventre, les écailles de la nuque, des flancs et de la queue étant distinctement ciliées bien que le cils soient très-fins.

Tous les individus à ma disposition proviennent du Japon (fleuves de Kiusiu) et je n'ai jamais reçu l'espèce d'aucune localité de l'Inde archipélagique. Ce n'est que sur l'autorité de Kner que je l'enrégistre parmi les espèces insulindiennes, cet

auteur déclarant positivement qu'il en a observé un individu provenant de Java. Du reste l'espèce est connue aussi de Chine et d'Auckland.

Butis Blkr.

Corpus subelongatum vel elongatum antice cylindraceum, capite prismatico aeque alto circ. ac lato valde acuto, superne plano squamato cristis osseis rostro-interocularibus et temporalibus laevibus vel vix scabris. Squamae trunco 30 circ. in serie longitudinali. Dentes maxillis pluriseriati parvi conferti aequales vel subaequales, serie externa paulo longiores; pharyngeales pluriseriati conici acuti vel acutiusculi. Maxilla inferior valde prominens D. 6—1/8 vel 6—1/9. A. 1/8 vel 1/9.

Rem. Le genre Butis fut primitivement établi sur l'Eleotris humeralis Val. ou le Cheilodipterus butis Ham. Buch. J'y rapportai ensuite aussi l'Eleotris koilomatodon Blkr ou l'Eleotris caperata Cant , mais il me semble maintenant que cette dernière espèce appartient au genre Prionobutis, dont l'Eleotris dasyrhynchus Günth. est le type.

Les Butis se distinguent; des Gymnobutis par la tête squammeuse, par les 30 écailles sur une rangée longitudinale du tronc, par les six épines dorsales, etc. ; — des Odontobutis par la formule des écailles, par la présence de crêtes interorbitaires, rostrales et temporales minces et plus ou moins crenulées ou finement dentelées, etc. ; — et du genre Prionobutis par la tête prismatique, fort déprimée à museau fort pointu, par les crêtes très-peu ou presque pas armées du dessus de la tête et par les dents faibles aux deux mâchoires.

Les espèces connues de Butis se ressemblent beaucoup par la physionomie générale, par les nageoires, par l'écaillure et par les couleurs, mais on arrive à les reconnaître nettement par les caractères exposés dans le synopsis suivant.

I. Régions interoculaire et sousoculo-préoperculaire squammeuses.

a. Hauteur de la partie postérieure de la queue $1\frac{1}{3}$ fois dans la longueur de sa partie libre.

aa. Mâchoires à dents de la rangée externe pas plus longues que celles des rangées médianes. Hauteur du corps 5 fois, longueur de la tête $3\frac{1}{2}$ fois dans la longueur totale. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous la partie antérieure de l'oeil. Ecailles squammuleuses, celles de la tête non ciliées.

1. *Butis prismaticus* Blkr.

b. Hauteur de la partie postérieure de la queue 2 fois à plus de 2 fois dans la longueur de sa partie libre. Ecailles de la tête ciliées.

bb. Hauteur du corps 6 à 8 fois, longueur de la tête $3\frac{1}{2}$ à 4 fois dans la longueur totale.

† Mâchoires à dents de la rangée externe plus longues que celles des rangées médianes Mâchoire supérieure s'arrêtant au devant ou sous le bord antérieur de l'oeil. Ecailles du tronc squammuleuses.

2. *Butis butis* Blkr.

†′ Mâchoire supérieure à dents de la rangée externe presque pas plus grandes que les autres; mâchoire inférieure à dents des rangées externes égales. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous la moitié antérieure de l'oeil. Ecailles du tronc non squammuleuses.

3. *Butis amboinensis* Blkr.

cc. Hauteur du corps 5 à 6 fois, longueur de la tête $3\frac{1}{2}$ à $3\frac{2}{5}$ fois dans la longueur totale. Mâchoires à dents des rangées externes égales ou presque égales. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous le milieu de l'oeil. Ecailles du tronc squammuleuses

4. *Butis melanostigma* Blkr.

II. Region interoculaire, joues et préopercule denués d'écailles. Mâchoires à dents de la rangée externe un peu plus longues que les autres. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous le bord antérieur de l'oeil. Ecailles du tronc non squammuleuses, celles de la tête ciliées. Hauteur du corps $5\frac{1}{3}$ à 6 fois, longueur de la tête $3\frac{2}{5}$ à $3\frac{3}{4}$ fois dans la longueur totale.

5. *Butis gymnopomus* Blkr.

Butis prismaticus Blkr, Act. Soc. Sc. Ind. Neerl. VI; Enum. Spec. Pisc. p. 113.

But. corpore elongato antice cylindraceo, postice compresso, altitudine 5 circ. in ejus longitudine; capite valde acuto depresso $3\frac{1}{2}$ circ in longitudine corporis; altitudine et latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; linea rostro-frontali rectiuscula; oculis subverticalibus, diametro 6 ad 7 in longitudine capitis, diametris 2 fere distantibus; cristis interorbitalibus et rostralibus leviter crenulatis, temporalibus vix conspicuis laevibus; rostro acuto alepidoto, apice ante medium oculum sito, absque maxilla superiore oculo longiore; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi parte anteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis in vittas postrorsum gracilescentes dispositis, vittis intermaxillaribus inframaxillaribus latioribus dentibus serie externa ceteris non majoribus, inframaxillaribus posterioribus serie interna tantum ceteris paulo longioribus; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; praeoperculo crista intramarginalem inter et marginem posteriorem poris 2 vel 3 conspicuis; capite superne usque inter nares posteriores, genis, praeoperculo et operculo dense squamato, squamis cycloideis regione praeoculari, genis praeoperculoque minimis squamis frontalibus occipitalibus et opercularibus plus minusve squamulatis conspicue minoribus; squamis lateribus caudaque ctenoideis basi plus minusve squamulatis; squamis 25 circ. in serie longitudinali orbitarum marginem posteriorem inter et dorsalem spinosam, 30 circ. angulum aperturae branchialis superiorem inter et

basin pinnae caudalis, 10 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 7 circ. in serie transversa cauda paulo ante basin pinnae caudalis; squamis cauda iis mediis lateribus non vel vix majoribus; appendice anali compressa oblonga; cauda altitudine postice $1\frac{1}{2}$ circ. in partis ejus liberae longitudine; pinna dorsali spinosa obtusa corpore duplo circ. humiliore spinis 2^a 3^a et 4^a ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa altiore corpore humiliore obtusa postice non producta rotundata vel obtusangula; pectoralibus obtuse rotundatis capitis parte postoculari longioribus; ventralibus capitis parte postoculari vix brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtusa (radiis ex parte abruptis); colore corpore superne fuscescente-viridi, inferne dilutiore; iride viridi margine pupillari aurea; squamis lateribus caudaque singulis stria transversa flavescente; pinnis, dorsali spinosa nigricante, ceteris membrana violascente-hyalinis radiis aurantiacis, dorsali radiosa, ventralibus anali caudalique radiis fusco variegatis, pectoralibus basi macula oblonga nigra rubro cincta.

B 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 19. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 6/12/4 circ.

Syn. *Eleotris prismatica* Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Gob p. 23.
Eleotris butis Günth., Cat. Fish. III p. 116 ex parte?
Puntang Javan.

Hab. Java et Madura, in Freto Kammal inter et Surabayam.

Longitudo speciminis unici 113'''.

Rem. Je n'ai vu de l'espèce actuelle que le seul individu, qui depuis plus d'un quart de siècle fait partie de mes collections Elle appartient au groupe à régions interoculaire et sous-oculo préoperculaire squammeuses et s'y distingue nettement par la hauteur relative de la queue et par les écailles non ciliées de la tête.

Butis butis Blkr, Bijdr. ichth Boero, Nat. T. Ned. Ind XI p 412

But. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 6 ad 8 in ejus longitudine; capite valde acuto de-

presso $3\frac{1}{2}$ ad $3\frac{4}{5}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $2\frac{1}{4}$ ad $2\frac{1}{2}$, latitudine capitis 2 fere ad 2 in ejus longitudine; linea rostro-frontali concaviuscula rostro tantum convexa; oculis parum oblique sursum spectantibus, diametro 5 ad 6 in longitudine capitis, diametro 1 ad $1\frac{1}{2}$ distantibus; cristis interorbitalibus, rostralibus et temporalibus vix conspicue vel non crenato-denticulatis; rostro acuto superne postice squamato, apice ante oculi partem inferiorem sito, absque maxilla oculo sat multo ad duplo longiore; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi margine anteriore vel vix ante oculum desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis in vittas postrorsum gracilescentes dispositis, vittis intermaxillaribus inframaxillaribus paulo latioribus dentibus serie externa ceteris conspicue majoribus et magis a se invicem distantibus; dentibus inframaxillaribus posterioribus serie interna insuper iis seriebus mediis longioribus; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; praeoperculo cristam intramarginalem inter et marginem posteriorem poris 2 vel 3 plus minusve conspicuis; capite superne usque ante nares posteriores, genis, praeoperculo et operculo dense squamato; squamis capite ctenoideis, regione prae- et interoculari genisque valde parvis squamis cetero capite plus minusve squamulatis conspicue minoribus; squamis regione thoraco-gulari et ventre cycloideis, nucha, lateribus caudaque ctenoideis plurimis basi plus minusve squamulatis; squamis 20 circ. in serie longitudinali orbitas inter et dorsalem spinosam, 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 9 vel 10 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 5 in serie transversali cauda paulo ante basin pinnae caudalis; squamis cauda iis mediis lateribus vulgo paulo majoribus; appendice anali conico-compressa oblonga; cauda parte libera duplo vel plus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali spinosa acutiuscula corpore multo ad plus duplo humiliore spinis 2ª et 3ª ceteris longioribus; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore corpore humiliore, antice quam medio altiore, margine superiore rectiusculo vel concavo, postice acutangula; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non brevioribus; ventralibus capite absque rostro brevioribus; anali longitudine et postice altitudine dorsali radiosae subaequali,

antice quam medio et postice humiliore postice acutangula; caudali capite paulo ad non breviore obtusa convexa, inferne obtuse rotundata superne vulgo in angulum acutum producta; colore corpore toto vel superne nigricante-fusco vel fusco vel viridi-fusco, inferne vulgo dilutiore; capite et trunco interdum guttulis rubris sparsis; iride viridi vel nigricante-viridi margine pupillari aurea; pinna dorsali spinosa nigricante vel fusca apice rubra; pinnis ceteris membrana fuscis vel violascentibus vel violascente-hyalinis, radiis aurantiacis vel roseis; pectoralibus basi macula simplice vel duplice nigra rubro cincta; pinnis ceteris radiis fusco variegatis, fusco vittulas dorsali et anali 6 ad 8, caudali 8 ad 10 efficiente; dorsali, anali et caudali rubro limbatis.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 18 ad 21. V. 1/5 A. 1/8 vel 1/9. C. 5/13/4 circ.

Syn. *Cheilodipterus butis* Ham.Buch, Fish. Gang. p. 57, 367; Gr., Hardw. Illustr. Ind. Zool. II tab. 93 fig. 3.

Eleotris humeralis CV., Poiss XII p. 185; Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Gob. p. 22.

Eleotris butis Cant., Cat. Mal. Fish. p. 196; Day, Fish. Cochin., Proc. Zool. Soc. 1865 p. 28 (nec Günth., Cat. Fish. III p. 116 vel ex parte tantum).

Eleotris melanopterus Blkr, N. bijdr. ichth. Ceram, Nat. T. Ned. Ind. III p. 706.

Butis melanopterus Blkr., Ind. descr. spec. pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465.

Bloso-watu Javan.

Hab. Sumatra (Telokbetong); Pinang; Singapura; Bintang (Rio); Java (Batavia, Samarang, Surabaya, Pasuruan); Madura (Bangcallang, Kammal); Borneo (Bandjermasin); Celebes (Macassar, Bulucomba, Kema); Buro (Kajeli); Ceram (Wahai); Amboina; Philippin. (Samar); in mari et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 23 speciminum 66‴ ad 145‴.

Rem. Jusqu'à mes recherches on ne connaissait qu'une seule espèce de Butis, c'est-à-dire celle que Hamilton Buchanan avait décrite sous le nom de Cheilodipterus butis et que Valen-

ciennes publia sous le nom d'Eleotris humeralis. Depuis la découverte de plusieurs autres espèces il a été possible de bien indiquer les caractères de l'espèce type, au moins si ce que je crois les individus sur lesquels repose la description de cet article représentent en effet l'espèce type. La description de Hamilton Buchanan, en tant qu'elle est exacte, va à toutes les espèces actuellement connues, mais celle de Valenciennes, également prise sur un individu du Bengale, paraît plus positivement avoir rapport à l'espèce de mes individus.

M. Günther a examiné plusieurs individus provenant de Chine, de l'Inde, de Bornéo, de Pinang, d'Amboine et des Philippines, qu'il place sous le nom d'Eleotris butis et qu'il croit spécifiquement identiques avec l'espèce de Hamilton Buchanan et de Valenciennes. La description de M. Günther cependant dit expressément „Scales not ciliated" tandis que je les trouve sur mes nombreux individus constamment et bien distinctement quoique finement ciliées tant sur la tête et la nuque que sur les côtés du tronc Puis aussi la hauteur du corps est dite, par M. Günther, ne mesurer que 5 fois dans la longueur totale, le diamètre de l'oeil 6 à 7 fois dans la longueur de la tête, etc. Les individus décrits par M. Günther méritent d'être examinés de nouveau. Peut-être qu'ils appartiennent à plus d'une seule espèce (Butis prismatica, melanostigma et butis). Ce qui fait supposer que M. Günther n'ait pas peut-être reconnu la pluralité d'espèces des individus à sa disposition, c'est qu'il déclare, dans son article intitulé: „Description of two new Gobioid Fishes from Sarawak (Ann. Nat. Hist. 1868), le Butis melanostigma, espèce elle aussi à écailles de la tête et du tronc ciliées, identique avec son butis, qu'il dit avoir les écailles „not ciliated."

L'espèce actuelle se fait aisément distinguer de ses congénères à joues squammeuses par la rangée de dents plus fortes aux deux mâchoires, par le peu de hauteur du corps, de la tête et de la queue, par la longueur du museau et le peu de prolongement en dessous des yeux de la mâchoire supérieure, par les squamules sur la base de la plupart des écailles, etc.

Butis amboinensis Blkr, Ind. descr. spec. pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 405.

But. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 6 ad 7 in ejus longitudine; capite valde acuto depresso $3\frac{3}{4}$ ad 4 in longitudine corporis; altitudine capitis 2 ad 2 et paulo-, latitudine capitis 2 fere ad 2 in ejus longitudine; linea rostro-frontali rectiuscula vel concaviuscula rostro tantum convexa; oculis diametro 5 ad 6 in longitudine capitis, diametro 1 ad $1\frac{1}{2}$ distantibus; cristis interorbitalibus rostralibus et temporalibus leviter crenulatis vel denticulatis; rostro acuto superne postice tantum squamato, apice ante medium oculum sito, absque maxilla superiore oculo minus duplo longiore; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi dimidio anteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis in vittas postrorsum gracilescentes dispositis vittis intermaxillaribus inframaxillaribus paulo latioribus; dentibus, intermaxillaribus serie externa ceteris non majoribus et magis a se invicem distantibus, mandibularibus serie externa ceteris non majoribus; sulco oculo-suprascapulari bene conspicuo; praeoperculo cristam intramarginalem inter et marginem posteriorem poris 2 vel 3 plus minusve conspicuis; capite superne usque inter nares posteriores, genis, praeoperculo operculoque dense squamato; squamis capite ctenoideis ex parte squamulatis regione prae- et interoculari genisque parvis squamis cetero capite conspicue minoribus; squamis trunco non squamulatis, thoraco-gularibus et ventre cycloideis, nucha, lateribus caudaque ctenoideis, 20 circ. in serie longitudinali orbitas inter et dorsalem spinosam, 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 9 vel 10 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 5 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis cauda iis mediis lateribus majoribus; appendice anali compressa oblonga acutiuscula; cauda parte libera paulo plus duplo ad multo plus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali spinosa acutiuscula corpore multo ad duplo humiliore, spinis 2^a et 3^a ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa altiore, corpore paulo ad non humiliore antice quam medio altiore, margine superiore concava, postice

acutangula plus minusve producta; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro longioribus; ventralibus pectoralibus paulo brevioribus; anali longitudine et postice altitudine dorsali radiosae subaequali antice quam medio et postice humiliore postice acutangula; caudali capite paulo breviore obtusa convexa inferne obtuse rotundata superne vulgo acutangula; colore corpore superne fuscescente-viridi vel olivaceo, inferne dilutiore; iride flavescente-viridi margine pupillari aurea; vitta oculo-operculari fusca diffusa vel nulla; capite et corpore interdum punctis aliquot sparsis fuscis; trunco squamis plurimis guttula parva aurea vel nitente-viridi; pinna dorsali spinosa fusca aurantiaco- vel rubro nebulata; pinnis ceteris membrana fuscescentibus violascentibus vel violascente-hyalinis radiis aurantiacis, dorsali radiosa, anali et caudali radiis vulgo maculis parvis fuscis variegatis, dorsali radiosa, ventralibus anali et caudali rubro limbatis, pectoralibus basi macula majore nigra antice rubro cincta.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 18 vel 19. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 8/12/7 circ.

Syn. *Eleotris amboinensis* Blkr, Vierde bijdr. ichth. Amb. Nat. T. Ned. Ind. V p. 343; Günth., Cat. Fish. III p. 117.

Hab. Celebes (Manado); Buru (Kajeli); Amboina; in aquis fluvio-marinis.

Longitudo 7 speciminum 95‴ ad 113‴.

Rem. Le Butis amboinensis est fort voisin du Butis butis mais il a la dentition beaucoup plus faible surtout celle de la mâchoire inférieure; et il se distingue encore par l'absence constante de petites écailles sur la base des grandes écailles du tronc. L'espèce est beaucoup plus rare que le butis et que le melanostigma et il paraît même qu'il n'habite pas les grandes îles de la Sonde. Elle n'est pas connue non plus de localités extra-insulindiennes.

M. Day (Fish Orissa, Proc. Zool. Soc. 1869 p. 303) a cru retrouver l'espèce actuelle dans des poissons d'Orissa, plus petits que ceux de mon amboinensis. Bien que quelques différences entre la description de M. Day et la mienne pussent être attribuées à l'âge différent des individus décrits, il y en a d'autres qui semblent indiquer une différence spécifique. M.

Day compte 15 écailles sur une rangée transversale, mais ne dit pas où cette rangée a été prise (probablement à la région axillaire) et il donne la proportion de la hauteur du corps $= \frac{1}{5}$, celle de la longueur de la tête $= \frac{1}{3}$ de la longueur totale, la formule des pectorales = 17, et décrit la mâchoire supérieure comme s'arrêtant sous le centre de l'orbite. L'espèce de M. Day me paraît plus voisine du prismaticus que de l'amboinensis, mais une étude nouvelle est nécessaire pour bien déterminer ses affinités. En attendant on pourrait l'indiquer sous le nom de *Butis Dayi.*

Butis melanostigma Blkr, Act. Soc. Scient. Ind. Neerl. VI Enum. Pisc. p. 113.

But. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine 5 ad 6 in ejus longitudine; capite valde acuto depresso $3\frac{2}{5}$ ad $3\frac{1}{2}$ in longitudine corporis; altitudine capitis 2 fere ad 2-, latitudine capitis $1\frac{3}{4}$ ad 2 in ejus longitudine; linea rostro-frontali rectiuscula vel concaviuscula rostro tantum convexa vel convexiuscula; oculis parum oblique sursum spectantibus, diametro 5 fere ad 6 et paulo in longitudine capitis, diametro 1 ad $1\frac{1}{2}$ distantibus; cristis interorbitalibus, rostralibus et temporalibus leviter vel vix crenulato-denticulatis; rostro acuto superne squamato, apice ante medium oculum vel oculi partem inferiorem sito, absque maxilla superiore juvenilibus et aetate provectis oculo multo minus duplo longiore; maxilla superiore inferiore longiore sub medio oculo circ. desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis in vittas postrorsum gracilescentes dispositis vittis intermaxillaribus inframaxillaribus multo latioribus, dentibus serie externa ceteris subaequalibus; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; praeoperculo cristam intramarginalem inter et marginem posteriorem poris 2 vel 3 plus minusve conspicuis; capite superne, genis, praeoperculo operculoque dense squamato, squamis usque ante nares anteriores sese extendentibus; squamis capite ctenoideis regione prae- et interoperculari genisque valde parvis squamis cetero capite plus minusve squamulatis conspicue minoribus; squamis nucha, regione

thoraco-gulari, ventre, lateribus caudaque ctenoideis ciliis minimis ex parte deciduis, squamis plurimis basi squamulatis; squamis 25 circ. in serie longitudinali orbitas inter et pinnam dorsalem spinosam, 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 9 vel 10 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 5 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis caudalibus iis mediis lateribus non vel vix majoribus; appendice anali compressa oblongo-elongata; cauda parte libera duplo vel duplo fere longiore quam postice alta; pinna dorsali spinosa acutiuscula vel obtusiuscula corpore duplo circ. humiliore, spinis 2ª et 3ª ceteris longioribus; dorsali radiosa dorsali spinosa altiore corpore humiliore, antice quam medio altiore, margine superiore rectiuscula vel concava, postice vulgo acutangula; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non vel vix brevioribus; ventralibus capite absque rostro brevioribus; anali longitudine et postice altitudine dorsali radiosae subaequali antice quam medio et postice humiliore, postice acutangula; caudali capite paulo breviore obtusa convexa inferne obtusangula vel rotundata superne vulgo acutangula; colore corpore nigricante vel superne fusco vel fuscescente-viridi, inferne dilutiore vel aurantiaco; iride violacea vel viridi margine pupillari aurea; capite corporeque guttulis vel punctis sparsis nigris genis et regione postoculari vulgo circa oculum subradiantibus; pinna dorsali anteriore nigra vel fusca; pinnis ceteris membrana fuscescentibus vel violascente-hyalinis, radiis aurantiacis vel rubris; pectoralibus basi macula irregulari nigra rubro limbata, ceteris radiis fusco variegatis fusco vittulas plures efficiente; dorsali radiosa, ventralibus analique rubro marginatis.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 18 ad 20. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 9/12/6 circ.

Syn. *Eleotris melanostigma* Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Gob. p. 23; Günth., Cat. Fish. III p. 117.

Eleotris Wolffii Blkr, Over nieuwe soort. Blenn. Gob. Nat. T. Ned. Ind. I p. 253.

Butis Wolffii Blkr, Act. Soc. Scient. Ind. Neerl. VI, Enum. Pisc. p. 113.

Puntang Javan; *Babalak* Sund.

Hab. Sumatra (Palembang); Java (Batavia, Perdana, Surabaya); Madura (Kammal); Borneo (Sambas, Kahajan, Bandjermasin); in fluviis et aquis fluvio-marinis.
Longitudo 43 speciminum 64‴ ad 142‴.

Rem. Cette espèce semble avoir un cercle de distribution beaucoup plus limité que le Butis butis. Elle n'a pas été trouvée, hors l'Insulinde, que dans les fleuves de Siam, et dans l'Archipel indien elle paraît n'habiter que les eaux douces et saumâtres des grandes îles de la Sonde. Elle se fait aisément distinguer du butis type par la dentition, les dents de la rangée externe aux deux mâchoires n'étant pas plus grandes que celles des autres rangées. Elle a en outre le corps plus trapu, le museau moins long, la mâchoire supérieure s'étendant plus en arrière, les écailles de toutes les parties de la tête et du tronc cténoïdes et ordinairement fortement squammuleuses, etc.

L'Eleotris Wolffii n'est qu'une espèce nominale établie sur un seul individu mal conservé de 48‴ de long.

Butis gymnopomus Blkr, Ind. descr. pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465.

But. corpore elongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine $5\frac{1}{2}$ ad 6 in ejus longitudine; capite valde acuto depresso $3\frac{2}{5}$ ad $3\frac{3}{4}$ in longitudine corporis; altitudine capitis 2 et paulo ad $2\frac{1}{3}$-, latitudine capitis 2 ad 2 et paulo in ejus longitudine; linea rostro-frontali rectiuscula vel concaviuscula rostro tantum convexa; oculis parum oblique sursum spectantibus diametro 5 ad 6 in longitudine capitis, diametro 1 circ. distantibus; cristis interorbitalibus, rostralibus et temporalibus leviter crenulato-denticulatis; rostro acuto apice ante medium oculum vel ante oculi partem inferiorem sito, absque maxilla oculo minus duplo longiore; maxilla superiore inferiore breviore sub oculi margine anteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis in vittas postrorsum gracilescentes dispositis vittis intermaxillaribus inframaxillaribus paulo latioribus, dentibus serie externa ceteris conspicue majoribus et magis a se invicem distantibus; dentibus inframaxillaribus posterioribus

serie interna insuper iis seriebus mediis longioribus; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; praeoperculo cristam intramarginalem inter et marginem posteriorem poris 2 vel 3 conspicuis vel nullis; capite regione interoculari, rostro, genis praeoperculoque plane alepidoto, superne post oculos et lateribus operculis tantum squamato, squamis mediocribus ctenoideis ex parte squamulatis; squamis thoraco-gularibus et ventralibus cycloideis, nuchalibus, lateribus caudaque ctenoideis non squamulatis; squamis 14 circ. in serie longitudinali orbitas inter et dorsalem spinosam, 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinna caudalis, 9 vel 10 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 5 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis caudalibus squamis mediis lateribus non vel vix majoribus; appendice anali conico- compressa oblonga; cauda parte libera duplo ad plus duplo longiore quam postice alta; pinna dorsali spinosa acutiuscula corpore multo ad duplo humiliore spinis 2^{a} et 3^{a} ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa altiore corpore paulo ad non humiliore, antice quam medio altiore, margine superiore concava, postice acutangula radio postice interdum (masculis) plus minusve producto; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro vix ad non longioribus; ventralibus capite absque rostro brevioribus; anali longitudine et postice altitudine dorsali radiosae subaequali antice quam medio et postice humiliore postice acutangula; caudali capite absque rostro longiore obtusa convexa inferne obtuse rotundata superne acutangula vel in setam brevem producta; colore corpore superne fuscescente-viridi vel olivaceo, inferne dilutiore vel aurantiaco; iride viridescente margine pupillari aurea; lateribus vittis 7 vel 8 longitudinalibus fuscis et frequenter insuper guttulis sparsis fuscis profundioribus; pinna dorsali spinosa fusca vel nigricante postice flavescente-rubra; pectoralibus aurantiacis vel roseis basi frequenter macula irregulari fusca rubro cincta; dorsali radiosa, ventralibus et anali fuscis rubro limbatis; caudali fusca interdum fusco profundiore punctata superne et inferne rubro limbata; dorsali radiosa radiis frequenter fusco variegata.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 17 vel 18. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 7/12/7 circ.

Syn. *Eleotris gymnopomus* Blkr, Diagn. n. vischsoort. Sumatra Nat. T. Ned. Ind. IV p 274.

Tungulian Sund.

Hab. Sumatra (Benculen, Padang, Ulacan, Priaman); Nias; Singapura; Bangka (Marawang); Java (Perdana, Patjitan); Bali (Boleling); Borneo; in fluviis et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 24 speciminum 62‴ ad 115‴.

Rem. Le Butis gymnopomus est très-nettement caractérisé par l'absence complète d'écailles sur la région interoculaire, le museau, les joues et le préopercule, et il se distingue en outre de tous ses congénères par les dents plus fortes de la rangée externe aux deux mâchoires ainsi que par des nageoires plus simplement colorées. L'espèce paraît être propre aux îles de la Sonde.

Les eaux de la Nouvelle-Hollande orientale (Port Jackson) nourrissent une espèce de Butii, l'Eleotris gymnocephalus Steind., où la tête et la nuque sont dénuées d'écailles. Le gymnopomus en est plus voisin que les autres espèces de Butis, mais le gymnocephalus se distinguant par une formule fort différente des écailles (40 sur une rangée longitudinale) et de la première dorsale (7 épines), me paraît devoir être consideré comme d'un type générique distinct pour lequel j'ai proposé le nom de Gymnobutis.

Prionobutis Blkr.

Corpus subelongatum antice cylindraceum, capite obtusiusculo convexo squamato, cristis osseis rostro interocularibus et temporalibus valde elevatis et valde serratis. Squamae trunco 30 circ. in serie longitudinali. Dentes maxillis pluriseriati serie externa conspicue longiores, canini nulli. Maxilla inferior paulo ad non prominens. D. 6—1/8 vel 6—1/9 A. 1/7 ad 1/9.

Rem. J'ai hésité à separer ce genre du genre Butis, mais les deux espèces que j'y rapporte ont une physionomie fort-différente des espèces de Butis, la tête plus haute et plus obtuse

et le museau plus court et plus obtus. Il est remarquable aussi par le développement des crêtes osseuses du dessus de la tête et par leur dentelure forte qui se fait remarquer déjà sans l'aide d'une loupe. Les crêtes interoculaires s'élèvent jusque bien au-dessus des orbites et entourent la plus grande partie des yeux.

Les deux espèces connues habitent l'Insulinde et se distinguent par des caractères très-nets.

I. Yeux 4 à $4\frac{1}{2}$ fois dans la longueur de la tête, dirigés obliquement en haut et séparés par une espace concave dont la largeur est moindre que le diamètre de l'oeil. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous l'oeil. Dos sans larges taches jaunâtres. Pectorales à rayons unicolores.

1. *Prionobutis koilomatodon* Blkr.

II. Yeux très-petits (10 fois? dans la longueur de la tête) dirigés en haut et séparés par un large espace uni. Mâchoire supérieure descendant jusqu'en arrière de l'oeil. Dos à deux ou trois larges taches jaunâtres. Pectorales à rayons variés de noirâtre.

3. *Prionobutis dasyrhynchus* Blkr.

Prionobutis koilomatodon Blkr.

Prionob. corpore subelongato antice cylindraceo postice compresso, altitudine $4\frac{2}{3}$ ad 5 in ejus longitudine; capite obtuso convexo 4 circ. in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{3}{5}$ ad $1\frac{1}{2}$, latitudine capitis $1\frac{3}{5}$ ad $1\frac{2}{3}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali fronte et rostro convexa frontem et rostrum inter concava; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 4 ad $4\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, minus diametro 1 distantibus; cristis utroque latere rostro humillima leviter denticulata, supra-orbitali elevata oculi dimidium superiorem circumdante valde serrata, temporalibus geminis irregulariter serratis; rostro obtuso con-

vexo absque maxilla oculo breviore, apice ante vel infra oculi marginem inferiorem sito; maxilla superiore inferiore paulo breviore sub medio oculo vel oculi dimidio posteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis parvis acutis in vittas postrorsum gracilescentes dispositis, vittis intermaxillaribus inframaxillaribus paulo latioribus, dentibus serie externa ceteris conspicue longioribus et magis a se invicem distantibus subaequalibus; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; praeoperculo cristam intramarginalem inter et marginem posteriorem poris vel fossulis 2 vel 3 non semper conspicuis; capite rostro regionibus interorbitali et praeorbitali genisque inferne alepidoto, superne post oculos genis praeoperculoque superne et operculo dense squamato, squamis ctenoideis non squamulatis subocularibus opercularibus occipitalibusque multo minoribus; squamis thoraco-gularibus et ventralibus cycloideis, nuchalibus, lateribus caudaque ctenoideis non squamulatis; squamis 12 ad 14 in serie longitudinali frontem inter et dorsalem spinosam, 30 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 9 vel 10 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 5 in serie transversa paulo ante basin pinnae caudalis; squamis caudalibus squamis mediis lateribus non vel vix majoribus; appendice anali compresso-conica oblonga; cauda parte libera duplo circ. longiore quam postice alta; pinna dorsali spinosa obtusiuscula vel acutiuscula corpore duplo ad plus duplo humiliore spinis 2ª et 3ª ceteris longioribus; dorsali radiosa spinosa altiore corpore humiliore, antice quam medio altiore margine superiore concaviuscula postice acutangula; pectoralibus obtuse rotundatis capite non ad paulo brevioribus; ventralibus capite paulo brevioribus; anali longitudine et postice altitudine dorsali radiosae subaequali, antice quam medio et postice humiliore, postice acutangula; caudali capite non ad paulo breviore inferne obtuse rotundata superne acutangula; colore corpore superne fuscescente-viridi vel olivaceo, inferne dilutiore vel aurantiaco; iride viridescente margine pupillari aurea; squamis trunco plurimis frequenter guttula rubra; pinna dorsali fusca apice et postice aurantiaca vel rosea; pectoralibus roseo-aurantiacis basi macula nigra rubro cincta; pinnis ceteris membrana fuscis radiis aurantiacis, dor-

sali radiosa et anali vulgo fusco variegatis; dorsali, anali et caudali rubro limbatis.

B. 6. D. 6—1/8 vel 6—1/9. P. 19 ad 21. V. 1/5. A. 1/8 vel 1/9. C. 9/12/7 circ.

Syn. *Eleotris koilomatodon* Blkr, Verh. Bat. Gen. XXII Blenn. Gob. p. 21.

Eleotris caperatus Cant., Cat. Mal. Fish. p. 197; Günth., Cat. Fish. III p. 117; Day., Fish. Andam. Proc. Zool. Soc. 1870 p. 694.

Butis koilomatodon Blkr, Act. Soc. Sc. Ind. Neerl. VI, Enum. Pisc. p. 113.

Butis caperatus Blkr, Mém. ichth. Chine, Ned. T. Dierk. IV p. 128.

Puntang Jav.

Hab. Pinang; Singapura; Java (Batavia, Surabaya); Madura (Kammal); Celebes (Macassar); Amboina; in mari et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 11 speciminum 50‴ ad 80‴.

Rem. L'espèce fut publiée presque en même temps par Cantor et par moi (1849), mais Cantor ayant cité mon mémoire sur les Blennioïdes et Gobioïdes dans son Catalogue of Malayan Fishes il s'ensuit que le nom de koilomatodon a droit de priorité sur celui de caperatus, nom adopté dans le Catalogue de M. Günther.

Le koilomatodon est connu habiter aussi, hors l'Insulinde, la Chine et les îles Andaman.

Prionobutis dasyrhynchus Blkr.

Descriptio Güntheriana sequens

Head very broad and depressed, cheeks swollen, the greatest width of the head being equal to its length, without snout. The gill-covers and the upper part of the cheeks are scaly, the remainder of the head naked. The praeorbital an the supraorbital ridge are beset with rough prominences or spines. The length of the head is contained thrice and one-third in the

total length (without caudal), the height of the body four times and three quarters. Snout very broad and depressed. Eyes exceedingly small, directed upwards, separated by a broad flat space. Teeth small, in a band, those of the outer series being a little larger; palate toothless. Mouth wide, the maxillary reaching behind the orbit. Praeoperculum without spine. Scales ctenoid; there are 8 longitudinal series between the origins of the second dorsal and anal fins. — The posterior part of the second dorsal and anal are slightly elevated; caudal rounded, of moderate length. Brownish black, each scale with the margin lighter; back with two or three yellowish blotches; the first, at the origin of the spinous dorsal, is sometimes absent; the second at the origin of the soft dorsal, and the third on the back of the caudal peduncle. Dorsal fins coloured as the body underneath; caudal nearly uniform white. Pectoral rays variegated with black. D. 6—9. A. 8. L. lat. 29."

Syn. *Eleotris dasyrhynchus* Günth., Descr. n. Gob. from Sarawak, Ann. Nat. Hist. 4h Ser. I p. 265 tab. 12 fig. B.

Hab. Borneo (Sarawak).

Longitudo 3 specimin. quor. maj. „2½ inch."

Rem. Je ne connais cette espèce que par la description et par la belle figure qu'en a publiées M. Günther. D'après la figure le diamètre de l'oeil mesure environ dix fois dans la longueur de la tête et la description parle aussi de yeux „exceedingly small" et séparés par un large espace, réprésenté dans la figure comme ayant une largeur de trois diamètres de l'oeil. Outre ces caractères le dasyrhynchus diffère encore du koilomatodon par le museau qui est moins obtus et moins convexe, par les couleurs, etc.

Phalanx Hypseleotrini.

Eleotriformes corpore oblongo brevi compresso; capite compresso altiore quam lato, squamato, superne cristis osseis nullis; palato edentulo; dentibus maxillis pluriseriatis parvis caninis nullis; squamis trunco magnis; pinnis, dorsali radiosa et anali non elongatis radiis 9 ad 12, caudali obtusa.

Rem. Les Hypseleotrini forment une transition entre les Eleotrini et les Pareleotrini et se distinguent par leur corps court et fort comprimée et par les grandes écailles. Ils comprennent les genres Dormitator Gill et Asterropteryx Rüpp. On connaît environ six espèces de Dormitator et dix d'Asterropteryx. Les espèces de Dormitator semblent être exclusivement américaines et celles d'Asterropteryx appartiennent toutes au grand bassin Indo-pacifique, où elles s'étendent depuis la Mer rouge, jusqu'en Chine, la Nouvelle-Hollande et l'île d'Oualan.

Trois de ces espèces seulement ont été inscrites comme habitant l'Insulinde.

Asterropteryx Rüpp. = Priolepis Ehr. = Hypseleotris Gill.

Corpus breve oblongum valde compressum Caput parvum acutum superne lateribusque squamatum. Squamae trunco 23 ad 32 in serie longitudinali. Maxillae breves, inferior prominens. Rictus parvus obliquus. Dentes utraque maxilla parvi gracillimi pluriseriati, serie externa ceteris paulo ad multo longiores mobiles. Dentes pharyngeales graciles subulati subaequales; compressi laminaeformes horizontales nulli. Aperturae branchiales amplae isthmo angusto separatae. Pinnae dorsales distantes, anterior spinis gracillimis 6 vel 7 non vel ex parte articulatis, posterior radiis 10 ad 12. Papilla analis oblongo-quadrata compressa.

Rem. Le genre Asterropteryx, établi par Rüppell sur l'Asterropteryx semipunctatus, est un genre bien valide et voisin du genre Dormitator Gill, mais se distinguant par la forme plus trapue et plus comprimée du corps, par des écailles au nombre de moins de trente ou de trente environ sur une rangée longitudinale, par la proéminence de la mâchoire inférieure, par les dents relativement fortes de la rangée externe aux deux mâchoires et par l'absence des appendices remarquables qui se dressent, dans les Dormitator, sur les côtés des os pharyngiens inférieurs en lames nombreuses verticalement juxtaposées et dirigées horizontalement en dehors.

Les espèces de ce genre semblent n'être pas rares mais elles ont été généralement rapportées au genre Eleotris. Les Eleotris cyprinoides Val., leuciscus Blkr et taenionotopterus Blkr sont de vrais Asterropteryx et les Eleotris compressus Krefft, brevirostris Steind., brachysoma Blkr (= Swinhonis Günth.) et feliceps Blyth appartiennent probablement au même genre. Puis, le nom d'Eleotris cyprinoides me semble avoir été appliqué à trois espèces différentes. L'Eleotris cyprinoides Blkr (nec Val.) est d'une espèce distincte du cyprinoides Val et décrit ci-dessous sous le nom d'Asterropteryx modestus, et l'Eleotris cyprinoides Günth. d'Oualan me paraît distinct des deux espèces nommées. Le nombre des espèces monterait donc déjà à dix.

Celles qui habitent l'Insulinde sont caractérisées comme suit.

I. Première dorsale à épines non prolongées en filet. D. 6—1/9 ou 6—1/10. A. 1/9 à 1/11. Tronc sans taches ni bandes. Base de la pectorale à bandelette transversale brunâtre.

A. 25 écailles sur une rangée longitudinale. Hauteur du corps moins de 4 fois dans la longueur totale. Tête aussi haute que longue. Prémière dorsale à bandelettes noirâtres, seconde dorsale à gouttelettes jaunes.

1. *Asterropteryx leuciscus* Blkr.

B. 28 écailles sur une rangée longitudinale. Hauteur du corps 4 fois à $4\frac{1}{2}$ fois dans la longueur totale. Tête beaucoup plus longue que haute.

a. Tête $4\frac{1}{4}$ fois dans la longueur totale. Une bande oculo-gulaire brune. Dorsales noires à bandelettes obliques blanches. Caudale noire au milieu et en arrière.

2. *Asterropteryx taenionotopterus* Blkr.

b. Tête $4\frac{2}{5}$ à $4\frac{3}{4}$ fois dans la longueur totale. Tête et nageoires sans taches ni bandes.

3. *Asterropteryx modestus* Blkr.

Asterropteryx leuciscus Blkr, Notic. Eleotrif. Arch. néerl. sc. nat. X p. 106.

Asterropt. corpore oblongo compresso altitudine $3\frac{3}{4}$ circ. in ejus longitudine, latitudine 2 et paulo in ejus altitudine; capite acuto compresso $4\frac{1}{2}$ circ. in longitudine corporis, aeque alto fere ac longo; latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; linea rostro-frontali concaviuscula; oculis lateraliter spectantibus, diametro $3\frac{1}{2}$ circ. in longitudine capitis, diametro 1 circ. distantibus; rostro acutiusculo oculo breviore, apice ante oculi partem inferiorem sito; maxilla superiore inferiore breviore ante oculum desinente; dentibus maxillis pluriseriatis serie externa ceteris majoribus gracilibus curvatis mobilibus, caninis vel caninoideis nullis; sulco oculo-supra-operculari conspicuo nullo; capite lateribus et superne usque inter orbitas squamato; squamis 13 circ. in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem spinosam, trunco ctenoideis 25 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 8 vel 9 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; appendice anali magna quadrata biloba; pinna dorsali spinosa obtusa rotundata corpore plus duplo humiliore spinis gracillimis non articulatis 3ª ceteris longiore; dorsali radiosa spinosa altiore corpore multo humiliore obtusa postice angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capite paulo longioribus; ventralibus capite absque rostro brevioribus; anali dorsali radiosa non humiliore postice acutangula; caudali obtusa rotundata capite vix breviore; colore corpore antice viridi-roseo postice viridi, inferne dilutiore; iride flavescente-rosea vel flava; pinna dorsali spinosa flava basi et medio vitta nigricante, superne nigro marginata; dorsali radiosa violascente flavo guttulata; pectoralibus violascente-roseis basi macula duplice nigra et flava; pinnis ceteris roseis, ventralibus et anali inferne nigro marginatis.

B. 6 D. 6—1/9 vel 6—1/10. P. 13. V. 1/5. A. 1/11. C. 8/13/6 circ.

Syn. *Eleotris leuciscus* Blkr, Diagn. n. vischs. Sumatra, Nat. T. Ned. Ind. IV p. 278; Günth., Catal. Fish. III p. 118.

Hab. Sumatra occidentalis, in fluviis.

Longitudo speciminis unici 59‴.

Rem. L'Asterropteryx leuciscus se distingue surtout par ses formes trapues et par la formule des écailles. L'Asterropteryx compressus (Eleotris compressus Krefft) de la Nouvelle-Hollande semble en être le plus voisin et a les formes aussi trapues, mais il diffère par les 28 à 30 écailles sur une rangée longitudinale, par la tête qui est plus grande, et par les bandes transversales noirâtres du corps.

Je n'ai jamais vu de l'espèce que l'unique individu décrit.

Asterropteryx taenionotopterus Blkr.

Asteropt. corpore oblongo compresso, altitudine 4 et paulo in ejus longitudine, latitudine 2 circ. in ejus altitudine; capite acuto compresso $4\frac{1}{4}$ circ. in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{2}$ circ.-, latitudine capitis 2 et paulo in ejus longitudine; linea rostro-frontali concaviuscula; oculis lateraliter spectantibus diametro $3\frac{2}{3}$ in longitudine capitis, minus diametro 1 distantibus; rostro acuto oculo breviore apice ante medium oculum sito; maxilla superiore inferiore paulo breviore ante oculum vel sub oculi margine anteriore desinente; dentibus maxillis pluriseriatis serie externa ceteris majoribus gracilibus curvatis mobilibus, caninis vel caninoideis nullis; sulco oculo-supraoperculari parum conspicuo; capite lateribus (an et superne?) squamato; squamis trunco ctenoideis, 28 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 8 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; appendice anali oblonga lata biloba; pinna dorsali spinosa angulata corpore plus duplo humiliore spinis non articulatis gracillimis 2^a et 3^a ceteris longioribus; dorsali radiosa obtusa rotundata corpore multo minus duplo humiliore; pectoralibus obtuse rotundatis et ventralibus capite absque rostro brevioribus; anali dorsali radiosa humiliore sed non breviore, obtusa postice angulata; caudali obtusa rotundata capite absque rostro non breviore; colore corpore superne roseo-viridi, inferne dilutiore; iride aureo-viridi?; vitta oculo-gulari lata fusca; pinnis dorsalibus nigris, spinosa macula media basi et parte infra-apicali albis, radiosa vittis 3 obliquis albis antrorsum adscendentibus, vitta media a basi pinnae posteriore usque ad apicem ejus ante-

riorem porrecta; pectoralibus roseis basi vitta transversa violacea; ventralibus et anali roseis, anali inferne fuscescente; caudali aurantiaco-rosea basi, medio et postice fuscescente.

B. 6. D. 6—1/9 vel 6—1/10. P. 14. V. 1/5. A. 1/10 vel 1/11. C. 8/11/8 circ.

Syn. *Eleotris taenionotopterus* Blkr, Nieuwe bijdr. ichth. Bali, Nat. T. Ned. Ind. XII p. 298; Günth., Catal Fish. III p 118.

Eleotriodes taenionopterus Blkr, Ind. descr. spec. pisc., Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465.

Hab. Bali (Boleling); in fluviis.

Longitudo 2 speciminum 40‴ et 53‴.

Rem. Cette belle espèce se fait aisément reconnaître par la formule des écailles et des nageoires, par la bande sousoculaire noirâtre et par la distribution des couleurs sur les dorsales et la caudale.

Asterropteryx modestus Blkr, Not. Eleotrif., Arch. néerl. sc. nat X p. 111.

Asterropt. corpore oblongo compresso, altitudine 4 ad $4\frac{1}{2}$ in ejus longitudine, latitudine plus quam 2 in ejus altitudine; capite acuto compresso $4\frac{2}{5}$ ad $4\frac{3}{4}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{2}{5}$ ad $1\frac{1}{2}$, latitudine capitis 2 et paulo ad $2\frac{1}{3}$ in ejus longitudine; linea rostro-frontali rectiuscula vel concaviuscula; oculis lateraliter spectantibus diametro 3 ad $3\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, minus diametro 1 distantibus; rostro acutiusculo vel obtusiusculo oculo breviore apice ante medium oculum sito; maxilla superiore inferiore paulo breviore ante oculum desinente; dentibus maxillis pluriseriatis serie externa ceteris majoribus gracilibus curvatis mobilibus, caninis vel caninoideis nullis; sulco oculo-supra-operculari parum conspicuo; capite lateribus et superne usque inter nares posteriores squamato; squamis genis et capite superne cycloideis, operculis et trunco ctenoideis; squamis 15 circ. in serie longitudinali rostrum inter et dorsalem spinosam, 28 circ. in serie longitudinali an-

gulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 8 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; appendice anali oblonga apice emarginata; pinna dorsali spinosa obtusa corpore plus duplo humiliore, spinis non articulatis gracillimis 2ª et 3ª ceteris longioribus; dorsali radiosa obtusa dorsali spinosa paulo altiore postice angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non longioribus; ventralibus pectoralibus paulo brevioribus; anali obtusa dorsali radiosa vix humiliore postice angulata; caudali obtuse rotundata capite paulo breviore; colore corpore superne roseo-viridi, inferne dilutiore; vitta cephalo-caudali nulla; iride roseo-flavescente; pinnis roseo-flavescentibus vel flavis vittis vel ocellis nullis, pectoralibus tantum basi vittula transversa fuscescente.

B. 6. D. 6—1/9 vel 6—1/10. P. 14. V. 1/5 A. 1/9 vel 1/10 vel 1/11. C. 7/13/5 circ.

Syn. *Eleotris cyprinoides* Blkr, Diagn. n. vischs. Sumatra, Nat. T. Ned. Ind. IV p. 277 (nec Val. nec Günth.).

Hab. Singapura; Sumatra (Benculen); in fluviis et aquis fluvio-marinis.

Longitudo 3 speciminum 50‴ ad 62‴.

Rem. J'ai décrit autrefois cette espèce sur un seul individu décoloré et mal conservé. Deux autres individus, provenant de Singapore, ont permis de mieux l'étudier. Je la crois maintenant distincte de l'Eleotris cyprinoides Val. de l'île de la Réunion. Elle a le corps plus trapu, la tête plus longue et les dorsales et la caudale sans taches ni bandes. L'Eleotris cyprinoides Günth. d'Oualan n'est probablement ni le cyprinoides de Valenciennes ni de l'espèce actuelle et paraît être caractérisé par une bande longitudinale noirâtre s'étendant depuis la base de la pectorale jusqu'à la caudale et par des taches brunes sur les dorsales et la caudale. On pourrait le nommer Asteropteryx Güntheri.

Phalanx Pareleotrini.

Eleotriformes corpore subelongato vel elongato compresso;

capite compresso altiore quam lato, cristis osseis nudis vel spinis nullis; dentibus maxillis fixis immobilibus, vomerinis nullis, pharyngealibus subulatis vel acicularibus: naribus non tubulatis. B. 4 ad 6.

Le groupe des Pareleotrini comprend tous les Eléotriformes à corps allongé et comprimé et plus haut que large, à tête comprimée, à dents des mâchoires immobiles et à narines non tubulées.

Bien que les espèces connues du groupe ne soient pas encore nombreuses, elles présentent de telles différences dans la dentition, dans l'écaillure, dans la forme du corps, de la tête et des nageoires, qu'il n'y a pas de doute qu'on y ait affaire à plusieurs genres et même à trois petits groupes de genres bien distincts et nettement caracterisés.

L'un de ces petits groupes qu'on pourrait nommer *Brachyeleotrii*, est caractérisé par les grandes écailles et comprend la genre Brachyeleotrii et peut-être aussi le genre douteux Hetereleotris. Le second sousgroupe comprend les espèces à petites écailles et à rayons de la seconde dorsale et de l'anale divisés, la seconde dorsale n'atteignant pas en longueur deux fois la première dorsale. J'y compte les genres Valenciennesia et Amblyeleotris. On pourrait l'indiquer sous le nom de *Amblyeleotrii*. Le troisième sousgroupe enfin est remarquable par la longueur extraordinaire de la seconde dorsale et de l'anale dont tous les rayons sont simples. C'est le petit groupe des *Ptereleotrii*, représenté par les genres Ptereleotris, Orthostomus et Oxymetopon.

On ne connaît en tout du groupe des Pareleotrini que dixhuit d'espèces, mais il est probable qu'on en trouve encore beaucoup d'autres. Depuis Valenciennes le nombre en est déjà sextuplé. Les membres du groupe s'étendent depuis la côte orientale d'Afrique jusque dans la partie orientale de la Polynésie, et l'Insulinde seule en a déjà fait connaître une douzaine d'espèces.

Brachyeleotris Blkr.

Corpus subelongatum compressum capite obtuso convexo. Squa-

mae trunco ctenoideae 25 circ in serie longitudinali. Maxillae breves subaequales. Rictus curvatus. Dentes utraque maxilla pluriseriati serie externa ceteris conspicue longiores curvati, inframaxillaris lateralis posterior caninus. Dentes pharyngeales subulati curvati. Praeoperculum angulum versus dentibus vel spinis postrorsum directis. Aperturae branchiales isthmo lato separatae. Pinnae; dorsales subaequilongae basi contiguae, caudalis obtusa rotundata. B. 6. D. 6—1/9 ad 6—1/12. A. 1/8 ad 1/11.

Les deux espèces insulindiennes se font surtout distinguer par la nature de l'armure préoperculaire et par la formule de la seconde dorsale et de l'anale

I. Vertex, joues, préopercule et opercule squammeux.

a. Angle du préopercule armé de trois à cinq dents relativement fortes. D. 6—1/11 ou 6—1/12. A. 1/10 ou 1/11. Corps, seconde dorsale, anale et caudale à de nombreux points bleus cerclés d'un bleu plus profond.

1. *Brachyeleotris cyanostigma* Blkr.

b. Angle du préopercule armé d'une seule forte épine courbée atteignant le bord postérieur de l'opercule. D. 6—1/10 ou 6—1/11. A. 1/9 ou 1/10.

2. *Brachyeleotris ensifera* Blkr.

Brachyeleotris cyanostigma Blkr, Syst. Gobioïd., Arch. néerl. sc. nat. IX p. 306.

Brachyel. corpore subelongato antice et postice compresso, altitudine 5 circ. in ejus longitudine, multo altiore quam lato; capite compresso obtuso convexo, $4\frac{3}{4}$ circ. in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{4}$ circ.-, latitudine capitis $1\frac{3}{4}$ circ. in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 3 ad $3\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, minus diametro $\frac{1}{2}$ distantibus; linea rostro-frontali convexa; rostro obtuso convexo oculo multo

breviore, apice ante oculi marginem inferiorem sito; naribus approximatis; maxilla superiore maxilla inferiore non vel vix breviore sub medio oculo circ. desinente; rictu curvato; dentibus maxillis pluriseriatis acutis, intermaxillaribus serie externa omnibus ceteris conspicue longioribus conicis curvatis, inframaxillaribus serie externa anterioribus utroque latere 6 ceteris conspicue longioribus conicis curvatis posteriore canino vel caninoideo apice plus minusve extrorsum directo; sulco oculo-supra-operculari conspicuo; praeoperculo superne et margine inferiore laevi margine posteriore inferne dentibus 3 ad 5 sat magnis armato; vertice, genis operculisque squamis magnis ctenoideis vestitis; squamis trunco ctenoideis, 7 circ. in serie longitudinali orbitam inter et pinnam dorsalem anteriorem, 25 circ in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 8 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis lateribus caudaque subaequalibus; appendice anali gracili elongata; pinna dorsali spinosa spina 3ª in filum caudam vel caudalem attingentem producta, absque filo corpore non vel vix humiliore; dorsali radiosa antice quam postice humiliore postice corpore non vel vix humiliore angulata; pectoralibus obtuse rotundatis capite longioribus analem attingentibus; ventralibus capite non vel vix brevioribus; anali forma, longitudine et altitudine dorsali radiosae subaequali; caudali obtusa convexa capite non ad vix breviore; colore corpore superne violascente-viridi, inferne viridi-aurantiaco; iride viridi margine pupillari aurea; squamis capite corporeque singulis puncto vulgo unico coeruleo annulo profundiore cincto; lateribus insuper maculis majoribus 5 vel 6 violaceo-fuscis in seriem longitudinalem dispositis; pinnis dorsalibus et caudali radiis aurantiacis membrana fusco-violaceis; dorsali spinosa vitta nigra longitudinali obliqua leviter curvata; dorsali radiosa, anali caudalique membrana inter singulos radios punctis aliquot uniseriatis coeruleis annulo profundiore cinctis; anali dimidio basali aurantiaca dimidio libero violacea; pectoralibus ventralibusque aurantiacis.

B. 6. D. 6—1/11 vel 6—1/12. P. 17. V. 1/5. A. 1/10 vel 1/11. C. 5/12/5 circ.

Syn. *Eleotris cyanostigma* Blkr, Vierde bijdr. ichth. Kokos-

eil., Nat. T. Ned. Ind. VIII p. 452; Günth., Cat. Fish. III p. 119; Playf., Fish. Seychell. Proc. Zool. Soc. 1867 p. 862.

Eleotriodes cyanostigma Blkr, Act. Soc. Sc. Ind. Neerl. VI, Enum. spec. pisc. p. 112.

Hab. Insul. Cocos (Nova-Selma), in mari.

Longitudo 2 speciminum 45‴ et 48‴.

Rem. Bien que mes deux individus soient assez petits, ils ont l'air de n'appartenir nullement au jeune âge. Les dents préoperculaires sont relativement fortes, à bases larges contigues et varient entre trois et cinq, mais ils n'ont rien de l'aspect ni de la forme ou de la longueur de l'épine angulaire de l'espèce suivante.

La seule habitation insulindienne connue de l'espèce est la mer des îles Cocos, la citation d'autrefois qu'elle habite aussi les côtes de Bourou, ayant rapport non au cyanostigma mais à l'ensifera. M. Playfair en trouva un individu de "1½ inch" de long aux Séchelles, à corps plus trapu, qu'il dit n'avoir point de canines, mais où ces dents peuvent bien n'avoir pas été observées faute d'avoir fait usage d'une loupe. M. Playfair ne parle pas non plus des dents préoperculaires qu'il n'aura pas observées par la même cause.

Brachyeleotris ensifera Blkr, Notic. Amblyeleotr., Versl. Kon. Ak. Wet. 2de Reeks VIII p. 375.

Brachyel. corpore subelongato antice et postice compresso altitudine 5 circ. in ejus longitudine, multo altiore quam lato; capite obtuso convexo 4 circ. in longitudine corporis; altitudine capitis 1⅓ circ.,- latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 3 circ. in longitudine capitis, minus diametro ½ distantibus; linea rostro-frontali convexa; rostro obtuso convexo oculo multo breviore apice ante oculi marginem inferiorem sito; naribus approximatis; maxilla superiore maxilla inferiore non vel vix breviore sub medio oculo circ. desinente; rictu curvato; dentibus maxillis pluriseriatis acutis, intermaxillaribus serie externa omnibus ceteris conspicue

longioribus conicis curvatis, inframaxillaribus serie externa anterioribus utroque latere 5 vel 6 ceteris conspicue longioribus conicis curvatis posteriore canino vel caninoideo; sulco oculo-supra-operculari conspicuo; praeoperculo postice et inferne dentibus vel denticulis nullis sed angulo spina magna ensiformi curvata postrorsum et paulo sursum directa, operculi marginem posteriorem attingente; vertice, genis operculisque squamis magnis ctenoideis vestitis; squamis trunco ctenoideis 25 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 8 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; pinna dorsali spinosa spina 3ª in filum caudae partem liberam attingentem producta, absque filo corpore non humiliore; pinnis dorsali radiosa et anali forma, longitudine et altitudine subaequalibus postice corpore non humilioribus angulatis; pectoralibus, ventralibus et caudali obtusa convexa capite non brevioribus; coloribus....?

D. 6—1/10 vel 6—1/11. P. 17. V. 1/5. A. 1/9 vel 1/10. C. 5/12/5 circ.

Hab. Buro (Kajeli), in mari.

Longitudo speciminis unici 29‴.

Rem. L'Eleotris ou Eleotriodes nommé „cyanostigma" (mais pas décrit) dans mes mémoires sur la faune ichthyologique de Buro doit être rapporté à l'espèce actuelle, qui se distingue éminemment du cyanostigma par la grande épine préoperculaire. J'y compte aussi un rayon de moins tant à la seconde dorsale qu'à l'anale. Je ne puis rien dire de ses couleurs.

VALENCIENNESIA Blkr = Valenciennea, Eleotriodes Blkr = Calleleotris Gill.

Corpus elongatum compressum. Caput obtusum convexum alepidotum. Praeoperculum inerme. Maxillae subaequales. Dentes, intermaxillares uniseriati anteriores canini vel caninoidei, inframaxillares biseriati serie externa canino laterali curvato. Dentes pharyngeales multiseriati ex parte aciculares apice curvati, ex parte compressi uncinati. Nares anteriores a rostri margine re-

motae margine elevato claudendae. Squamae trunco parvae ctenoideae 70 ad 130 circ. in serie longitudinali. Isthmus latus. Pinnae; dorsales subcontinuae, radiosa spinosa minus duplo longior, caudalis obtusa vel lanceolata. B. 5. D. 6—1/11 ad 6—1/15. A. 1/11 ad 1/19.

Rem. Le genre Valenciennesia est nettement caractérisé, dans le groupe des Pareleotrini, par la dentition, par l'écaillure et par la formule de la seconde dorsale et de l'anale.

L'Insulinde en nourrit au moins cinq espèces, mais le grand bassin Indo-chinois en nourrit encore d'autres comme le Valenciennesia Wardii (Eleotris Wardii Playf.) des côtes de Zanzibar et le Valenciennesia sinensis Blkr de Chine.

Les espèces insulindiennes se font aisément reconnaître par les caractères exposés ci-dessous.

I. Seconde dorsale et anale à 18 jusqu'à 20 rayons.

A. Hauteur du corps 6 à 6½ fois dans la longueur totale. Environ 105 écailles sur une rangée longitudinale. Caudale obtuse sans filets. Tête à bandelette bleue maxillo-sousoculo-operculaire.

1. *Valenciennesia strigata* Blkr.

II. Seconde dorsale et anale à 12 jusqu'à 15 rayons.

A. Plus de 100 écailles sur une rangée longitudinale. Hauteur du corps 6 à 7 fois dans sa longueur.

a. Environ 130 écailles sur une rangée longitudinale. Dents canines antérieures convergentes. Deux rayons de la partie médiane de la caudale prolongés en filet. Corps à deux bandelettes brunâtres la supérieure rostro-caudale, l'inférieure maxillo-caudale. Première dorsale à large bande noirâtre. D. 6—1/11 ou 6—1/12. A. 1/11 ou 1/12.

2. *Valenciennesia Helsdingenii* Blkr.

b. Environ 105 écailles sur une rangée longitudinale, 35

environ sur une rangée transversale. Canines antérieures non convergentes. Caudale sans rayons prolongés en filet. Joues à bandelettes longitudinales roses. Chaque côté du tronc à ocelles brun-doré cerclés de rose. Première dorsale à bandelettes roses. D. 6—1/12 à 6—1/14. A. 1/12 ou 1/13.

3. *Valenciennesia longipinnis* Blkr.

B. 85 à 90 écailles sur une rangée longitudinale, 22 à 25 sur une rangée transversale. D. 6—1/12 ou 6—1/13. A. 1/12 ou 1/13.

a. Hauteur du corps 8 à 9 fois dans sa longueur. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous la partie antérieure de l'oeil. Joues, opercles et dorsales à bandelettes longitudinales roses.

4. *Valenciennesia muralis* Blkr.

b. Hauteur du corps environ 7 fois dans sa longueur. Mâchoire supérieure s'arrêtant sous le milieu de l'oeil. Joues à gouttelettes bleues cerclées de violet. Première dorsale à gouttelettes violâtres.

5. *Valenciennesia sexguttata* Blkr.

Valenciennesia strigata Blkr, Syst. Gob., Arch. néerl. sc. nat. IX p. 307.

Val. corpore elongato compresso altitudine 6 ad $6\frac{1}{2}$ in ejus longitudine, latitudine $1\frac{1}{2}$ circ. in ejus altitudine; capite obtuso convexo 4 et paulo ad $4\frac{3}{5}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{2}$ ad $1\frac{3}{5}$, latitudine capitis 2 ad $2\frac{2}{3}$ in ejus longitudine; oculis lateraliter spectantibus, diametro 4 ad $4\frac{1}{2}$ in longitudine capitis, diametro $\frac{2}{3}$ ad $\frac{3}{4}$ distantibus; rostro obtuso convexo oculo non longiore, apice ante vel vix infra oculi

marginem inferiorem sito; maxillis aequalibus, superiore sub medio oculo desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis, dentibus intermaxillaribus uniseriatis utroque latere anticis 2 ad 4 caninis inaequalibus, sequentibus parvis posterioribus mediis longioribus antrorsum directis; dentibus inframaxillaribus uniseriatis symphysin versus tantum interdum biseriatis, utroque latere anterioribus 4 ad 6 postrorsum longitudine accrescentibus postico canino retrorsum curvato, posterioribus canino multo brevioribus inaequalibus; dentibus pharyngealibus multiseriatis ex parte acicularibus stipitatis ex parte compressis apice leviter curvatis vel uncinatis; sulco oculo-supra-operculari parum conspicuo; squamis, capite et regione nuchali mediana nullis, nuchalibus lateralibus minimis; squamis trunco valde parvis ctenoideis 105 circ. in serie longitudinali, 35 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis caudalibus iis lateribus medio et antice majoribus; appendice anali brevi; pinnis dorsalibus subcontinuis; dorsali spinosa spinis 2ª et 3ª in filum productis absque filo corpore humilioribus; dorsali radiosa et anali corpore duplo circiter humilioribus forma, longitudine et altitudine subaequalibus, antice obtusis, convexis, postice angulatis; pectoralibus obtuse rotundatis et ventralibus capite absque rostro non ad paulo brevioribus; caudali obtuse rotundata capite non ad paulo breviore; colore corpore superne viridescente-roseo, inferne aurantiaco, ventre margaritaceo; iride flavescente vel aurea; vitta maxillo-suboculo-operculari margaritacea superne stria nigricante limbata inferne stria nigricante percursa angulum oris versus incipiente et oculum versus adscendente et operculi angulum superiorem attingente; praeoperculo postice inferne et suboperculo vitta margaritacea nigricante limbata oblique antrorsum descendente; gutta postoculari parva margaritacea nigro annulata; regione postaxillari striis 3 transversis distantibus rufescente-fuscis; lateribus vittulis 4 vel 5 cephalo-caudalibus laete rubris; pinnis dilute aurantiacis vel roseis, dorsalibus dimidio basali vittis 3 vel 4 longitudinalibus roseis vel rubris; pectoralibus basi vitta transversa margaritacea violaceo limbata; caudali superne et inferne vitta longitudinali curvata rubra, vittis postrorsum convergentibus.

B. 5. D. 6—1|17 ad 6—1|19. P. 21 vel 22. V. 1/5. A. 1|17 ad 1/19. C. 8/12/6 circ.

Syn. *Gobius strigatus* Brouss., Dec. ichth. I p. 1 tab. 1; Bonn. Ichth. p. 64; L. Gm. Syst. Nat. ed 13ª I p. 1202.

Taiboa Bonn., Ichth. p. 64 tab. 35 fig. 138.

Gobiomorus taiboa Lac., Poiss. II p. 587; Cloq., Dict. Hist. Nat. Poiss. Tab. Eleutherop. fig. 1.

Eleotris strigata Bl.Schn., Syst p. 65; CV., Poiss. XII p. 189; Blkr, Act. Soc. Scient. Ind. Neerl. I Vischs. Amboina p. 48; Günth., Cat. Fish. III p. 131.

Valencienna strigata Blkr, Bijdr. ichth. Boero, Nat T. Ned. Ind. XI p. 412.

Eleotriodes strigatus Blkr, Bijdr. vischf. Goram, Nat. T. Ned. Ind. XV p. 212.

Calleleotris strigata Gill, Proc. Ac. nat. sc. Phil. 1863 p. 270.

Hab. Singapura; Java (Karangbollong); Celebes (Manado); Solor (Lawajong); Flores (Larantuca); Buro (Kajeli); Amboina; Haruko; in mari.

Longitudo 11 speciminum 40''' ad 92'''.

Rem. Le Valenciennesia strigata se distingue éminemment parmi ses congénères par les nombreux rayons de la seconde dorsale et de l'anale et se fait reconnaître du premier coup-d'oeil tant par la bandelette bleue qui monte du maxillaire vers l'oeil et l'angle supérieur de l'opercule que par les bandelettes longitudinales rougeâtres du corps et des nageoires dorsales. C'est l'espèce le plus anciennement connue du genre et fut primitivement trouvée à Otaiti, sa seule localité extra-insulindienne jusqu'ici connue.

Valenciennesia Helsdingenii Blkr, Notic. Eleotrif. Arch. néerl. sc. nat. X p. 106.

Valenc. corpore elongato compresso, altitudine 7 et paulo in ejus longitudine absque filis caudalibus; latitudine corporis $1\frac{1}{4}$ circ. in ejus altitudine; capite acutiusculo convexo $4\frac{1}{4}$ ad $4\frac{1}{3}$ in longitudine corporis absque filis caudalibus; altitudine capitis $1\frac{3}{7}$

circ,- latitudine capitis $1\frac{4}{5}$ circ. in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus, diametro $4\frac{3}{4}$ ad 5 in longitudine capitis, diametro $\frac{4}{5}$ circ. distantibus; rostro obtusiusculo convexo oculo paulo longiore, apice ante vel vix infra oculi marginem inferiorem sito; maxillis aequalibus, superiore sub medio oculo circ. desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis; dentibus intermaxillaribus uniseriatis, utroque latere anticis 4 caninis inaequalibus (symphysialibus introrsum curvatis convergentibus), sequentibus mediocribus inaequalibus posterioribus antrorsum directis; dentibus inframaxillaribus anterioribus biseriatis posterioribus uniseriatis, utroque latere anterioribus serie externa 6 postrorsum longitudine accrescentibus postico canino retrorsum curvato, posterioribus canino brevioribus mediocribus inaequalibus posteriore ceteris longiore; dentibus pharyngealibus multiseriatis ex parte acicularibus stipitatis ex parte compressis apice leviter curvatis vel uncinatis; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; squamis capite et regione nuchali mediana nullis, nuchalibus lateralibus minimis sparsis; squamis trunco deciduis valde parvis ctenoideis 130 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, plus quam 35 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis caudalibus iis lateribus medio et antice vix majoribus; appendice anali conica brevi; pinnis dorsalibus subcontinuis; dorsali spinosa acute rotundata corpore humiliore spinis 2^a 3^a et 4^a ceteris longioribus; dorsali radiosa et anali forma et altitudine subaequalibus antice et medio dorsali spinosa et corpore humilioribus postice acutangulis radio postico vel subpostico ceteris longiore corporis altitudine non breviore; anali dorsali radiosa paulo breviore; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non ad vix brevioribus; ventralibus capite absque rostro brevioribus; caudali obtusa rotundata radiis 5 mediis ceteris longioribus quorum superiore et inferiore in filum bifidum productis, pinna absque filis capite absque rostro vix longiore; colore corpore superne roseo-viridi, inferne roseo-margaritaceo; iride aureo-rosea; vittis corpore 2 longitudinalibus violaceo fuscis, superiore rostro-oculo-caudali, inferiore maxillo-suboperculo-thoracico-caudali; vittis caudalem intrantibus ibique usque in fila caudalis productis; pinna dorsali spinosa

roseo-hyalina superne fascia lata longitudinali nigricante luteo limbata; dorsali radiosa roseo-hyalina superne fusco-violaceo marginata et vitta intramarginali lutea; ventralibus analique flavescentibus; caudali flavescente-rosea superne et inferne fusco-violaceo marginata.

B. 5. D. 6—1/11 vel 6—1/12. P. 23 vel 24. V. 1/5. A. 1/11 vel 1/12. C. 8/13/13 circ.

Syn. *Eleotriodes Helsdingenii* Blkr, Bijdr. vischf. Goram, Nat. T. Ned. Ind. XV p. 212.

Eleotris Helsdingenii Günth., Cat. Fish. III p. 131.

Hab. Goram, in mari.

Longitudo speciminis unici 120''' absque filis caudalibus, 141''' cum filis caudalibus.

Rem. L'espèce actuelle est remarquable parmi les Valenciennesia par l'écaillure, les écailles y étant plus nombreuses que dans les autres espèces et en outre fort caduques. Elle présente encore ceci de particulier que les deux canines antérieures des deux mâchoires se recourbent l'une vers l'autre, et que la caudale, obtuse et arrondie, porte deux filets doubles qui sont la continuation des deux rayons qui bordent les trois rayons médians de la nageoire. Le Helsdingenii se fait encore aisément reconnaître par les deux bandelettes brunâtres du corps dont la supérieure commence sur le museau et se continue depuis le bord postérieur de l'oeil jusque sur le filet caudal supérieur et dont l'inférieure s'étend depuis l'angle de la bouche jusque sur le filet caudal inférieur.

L'individu décrit est le seul que j'en ai vu.

Valenciennesia longipinnis Blkr, Notic. Eleotrif. Arch. néerl. sc. nat. X p. 106.

Valenc. corpore elongato compresso, altitudine 6 ad 7 et paulo in ejus longitudine, latitudine 1 et paulo ad $1\frac{1}{3}$ in ejus altitudine; capite obtuso $4\frac{1}{4}$ ad 5 in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{1}{2}$ ad $1\frac{3}{5}$,- latitudine capitis $1\frac{2}{3}$ ad 2 in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus 4 ad 5 in lon-

gitudine capitis, diametro ½ ad 1 distantibus; rostro obtuso convexo oculo non ad paulo longiore, apice infra oculi marginem inferiorem sito; maxillis aequalibus, superiore sub oculi dimidio posteriore desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis; dentibus intermaxillaribus uniseriatis utroque latere anticis 4 vel 5 caninis vel caninoideis inaequalibus, sequentibus mediocribus subaequalibus posterioribus antrorsum directis; dentibus inframaxillaribus anterioribus biseriatis posterioribus uniseriatis, utroque latere anterioribus serie externa 5 vel 6 postrorsum longitudine accrescentibus postice canino retrorsum curvato, posterioribus canino multo brevioribus gracilibus subaequalibus; dentibus pharyngealibus multiseriatis ex parte acicularibus stipitatis ex parte compressis apice leviter curvatis vel uncinatis; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; squamis capite et regione nuchali mediana nullis, nuchalibus lateralibus minimis; squamis trunco valde parvis ctenoideis 105 circ. in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 35 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis caudalibus iis lateribus antice et medio majoribus; appendice anali brevi; pinnis dorsalibus subcontinuis; dorsali spinosa obtusa corpore humiliore, spinis 3ª 4ª et 5ª ceteris longioribus non ultra membranam productis; dorsali radiosa et anali antice dorsali spinosa humilioribus postice quam medio et antice altioribus acutangulis, forma longitudine et altitudine subaequalibus; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro longioribus; ventralibus capite absque rostro brevioribus; caudali junioribus obtusiuscula aetate provectis acute lanceolata capite paulo ad multo longiore; colore corpore superne roseo-viridi, inferne dilutiore vel roseo-margaritaceo; iride rubra margine-pupillari aurea; vittis capite utroque latere 4 roseis, anteriore rostro-oculari, ceteris maxillo-opercularibus undulatis postrorsum plus minusve adscendentibus; guttis capite insuper roseis praeoperculo et operculo 1 ad 3, vertice nuchaque longitudinaliter quinque-seriatis interdum ex parte in vittulas longitudinales coalescentibus; trunco vittis 4 longitudinalibus superioribus fuscescente-aureis fasciis vel maculis oblongis transversis 8 vel 9 ejusdem coloris unitis, inferiore rosea; lateribus insuper ocellis 5 aureo-fuscescentibus

annulo roseo superne processum oblongum edente cinctis ocello anteriore postaxillari, 2° supra-anali, 5° basi pinnae caudalis approximato; pinnis flavescentibus vel aurantiacis, dorsali spinosa vittis 6 longitudinalibus obliquis roseis; dorsali radiosa ocellis roseis in series 3 longitudinales dispositis; anali vitta mediana longitudinali oblique rosea; caudali ocellis roseis in seriem duplicem formam ferri equini subreferentem dispositis; mucosa oris nigricante vel fusca.

B. 5. D. 6—1/12 vel 6—1/13 vel 6—1/14. P. 19 vel 20. V. 1/5. A. 1/12 vel 1/13. C. 7/13/6 circ.

Syn. *Eleotris longipinnis* Benn., Zool. Voy. Beechey p. 64 tab. 20 fig. 3.

Eleotris ikeineur Montrouzier = Eleotris strigata Thioll. (nec Val.), in Faun. Woodlark p. 188.

Hab. Celebes (Manado); Solor (Lawajong); Buro (Kajeli); Amboina; in mari.

Longitudo 8 speciminum 69‴ ad 125‴.

Rem. La figure citée du Voyage de Beechey représente la forme du corps beaucoup trop allongée, mais elle fait du reste fort bien reconnaître l'espèce par le système de coloration, surtout par les ocelles des flancs allongés en haut vers le dos. Le longipinnis est fort voisin du muralis, dont il a aussi les bandelettes longitudinales des joues et de la première dorsale, mais il est distinct, hors plusieurs détails du système de coloration, par la tête qui est plus obtuse, par la forme plus trapue du corps et par les écailles, qui sont notablement plus nombreuses tant sur les rangées longitudinales que sur les rangées transversales.

L'espèce habite, hors l'Insulinde l'Archipel Lew-Chew ou Loo-Choo, et les côtes de l'île Woodlark.

Il se peut aussi que le *Gobioïdes?* . . . Jouan (Notes sur quelques animaux observés à la Nouvelle-Calédonie p. 30) soit de la même espèce. En ce cas l'espèce s'étendrait au Sud jusqu'à cette grande île.

Valenciennesia muralis Blkr, Not. Eleotrif. Arch. néerl. sc. nat. X p. 106.

Valenc. corpore elongato compresso, altitudine 8 ad 9 in ejus longitudine, latitudine 1 et paulo ad $1\frac{1}{4}$ in ejus altitudine; capite obtusiusculo $4\frac{1}{2}$ ad 5 et paulo in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{2}{3}$ ad 2-, latitudine capitis 2 ad $2\frac{1}{4}$ in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 4 ad 5 in longitudine capitis, diametro $\frac{1}{2}$ ad $\frac{2}{3}$ distantibus; rostro obtusiusculo convexo oculo non ad sat multo longiore apice ante vel paulo infra oculi marginem inferiorem sito; maxillis aequalibus, superiore sub oculi dimidio anteriore desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis; dentibus intermaxillaribus uniseriatis utroque latere anticis 3 ad 5 caninis vel caninoideis inaequalibus, sequentibus parvis vel mediocribus subaequalibus posterioribus antrorsum directis; dentibus inframaxillaribus anterioribus biseriatis posterioribus uniseriatis, utroque latere anterioribus serie externa 5 vel 6 postrorsum longitudine accrescentibus postico canino retrorsum curvato, posterioribus canino multo brevioribus gracilibus subaequalibus; dentibus pharyngealibus multiseriatis ex parte acicularibus stipitatis ex parte compressis apice leviter curvatis vel uncinatis; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; squamis capite et regione nuchali mediana nullis, nuchalibus lateribus minimis; squamis trunco parvis ctenoïdeis, 85 ad 90 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 25 circ. in serie transversali initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis caudalibus iis lateribus medio et antice majoribus; appendice anali brevi; pinnis dorsalibus subcontinuis; dorsali spinosa corpore non ad paulo humiliore spinis 3ª et 4ª vel 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus plus minusve ultra membranam productis; dorsali radiosa et anali forma longitudine et altitudine subaequalibus, antice et medio corpore humilioribus, postice angulatis radiis posticis frequenter ceteris et corporis altitudine longioribus; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro longioribus; ventralibus capite absque rostro vix ad sat multo brevioribus; caudali junioribus

obtuse rotundata capite non multo ad multo longiore; colore corpore superne viridescente-roseo, inferne dilutiore vel roseo-margaritaceo; iride flavescente vel pallide rosea; capite utroque latere vittis 3 longitudinalibus obliquis postrorsum adscendentibus; trunco utroque latere vittis 3 longitudinalibus roseis, superiore lineae dorsali approximata, inferiore axillo caudali; pinnis flavescentibus vel aurantiacis; dorsali spinosa vittulis pluribus longitudinalibus obliquis roseis apice vulgo macula parva nigra; dorsali radiosa dimidio basali vittis 2 longitudinalibus roseis; dimidio libero maculis oblongis transversis vel ocellis pluribus roseis; pectoralibus basi vulgo macula irregulari rosea; anali vitta basali rosea; caudali ocellis roseis irregulariter ornata; mucosa oris nigra.

B. 5. D. 6—1/12 vel 6—1/13. P. 19 vel 20. V. 1/5. A. 1/12 vel 1/13. C. 7/13/6 circ.

Syn. *Eleotris muralis* QG., CV., Poiss. XII p. 190 tab. 357; Blkr, Bijdr. ichth. Moluksche eil. Nat. T. Ned. Ind. III p. 276; Günth., Cat. Fish. III p. 130.
Eleotriodes muralis Blkr, Ind. descr. Pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465.
Eleotris lineato-oculatus Kner, Neue Fish. Mus. Godeffr. Sitz. ber. k. Ak. Wiss. LVI p. 720 tab. 3 fig. 1.
Kebus, *Niki* Manad; *Nike*, *Duwong* Batjan.

Hab. Sumatra (Priaman); Singapura; Pulu Brani; Bangka (Muntok); Bawean; Celebes (Manado; Timor (Kupang); Batjan (Labuha); Ceram (Wahai); Amboina; Goram; Philipp.; in mari.

Longitudo 18 speciminum 55‴ ad 165‴.

Rem. Le Valenciennesia muralis s'étend par toute l'Inde archipélagique et hors l'Insulinde jusqu'aux îles Viti et Tikopia (Taiboa). Il a le corps plus allongé que les autres espèces insulindiennes et est aisément reconnaissable par la formule des écailles et par les bandelettes longitudinales maxillo-operculaires. D'aucune espèce de Valenciennesia je possède d'aussi grands individus que du muralis, ce qui paraît indiquer que celui-ci atteint des dimensions plus considérables que ses congénères. La figure de l'Eleotris lineato-oculatus Kner, prise évidemment

sur un individu du muralis, a même une longueur de plus de 170 millimètres.

Valenciennesia sexguttata Blkr, Not. Eleotrif,, Arch. néerl. sc. nat. X p. 106.

Valenc. corpore elongato compresso, altitudine $6\frac{3}{4}$ ad $7\frac{1}{3}$ in ejus longitudine, latitudine $1\frac{1}{3}$ circ. in ejus altitudine; capite obtusiusculo 4 ad $4\frac{3}{5}$ in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{3}{4}$ ad 2-, latitudine capitis 2 ad $2\frac{1}{5}$ in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus, diametro $4\frac{1}{3}$ ad $4\frac{2}{3}$ in longitudine capitis, diametro $\frac{2}{5}$ ad $\frac{2}{3}$ distantibus; rostro obtusiusculo convexo oculo non ad paulo longiore, apice ante vel infra oculi marginem inferiorem sito; maxillis aequalibus, superiore sub medio oculo circ. desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis; intermaxillaribus uniseriatis utroque latere anticis 3 ad 6 caninis vel caninoideis inaequalibus, sequentibus parvis vel mediocribus inaequalibus posterioribus antrorsum directis; inframaxillaribus anterioribus biseriatis posterioribus uniseriatis, utroque latere anterioribus serie externa 5 vel 6 postrorsum longitudine accrescentibus postico canino retrorsum curvato, posterioribus canino multo brevioribus gracilibus subaequalibus; dentibus pharyngealibus multiseriatis ex parte acicularibus stipitatis ex parte compressis apice leviter curvatis vel uncinatis; sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; squamis capite et regione nuchali mediana nullis, nuchalibus lateralibus minimis; squamis trunco ctenoideis, 85 ad 90 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 22 vel 23 in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam; squamis caudalibus iis lateribus medio et antice majoribus; appendice anali valde brevi; pinnis dorsalibus subcontinuis; dorsali spinosa acuta vel acutiuscula corpore humiliore ad altiore spinis 2ª 3ª et 4ª ceteris longioribus frequenter plus minusve ultra membranam productis; dorsali radiosa et anali forma longitudine et altitudine subaequalibus antice et medio corpore humilioribus postice angulatis interdum corpore paulo altiori-

bus; pectoralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non ad paulo longioribus; ventralibus capite absque rostro paulo brevioribus; caudali obtusa convexa capite paulo breviore ad paulo longiore; colore corpore superne roseo-viridi, inferne roseo-margaritaceo; iride flavescente rosea; genis, maxillis, operculis basique pectoralium guttulis coeruleis violaceo annulatis 6 ad 9 in series 2 vel 3 longitudinales dispositis; medio dorso ante basin dorsalis spinosae interdum macula oblonga profunde violacea; lateribus inferne vitta longitudinali rosea; pinnis flavescente-aurantiacis vel roseis membrana dilutioribus hyalinis; dorsali spinosa guttulis sparsis violaceis, apice macula parva violaceo-nigra; dorsali radiosa vittulis 4 ad 6 longitudinalibus violascentibus vel roseis; anali vitta intramarginali violacea et basi et margine posteriore ocellis 8 ad 10 aureis violaceo annulatis interdum in vittam coalescentibus; caudali superne et inferne ocellis roseis vel aureis violaceo annulatis, superne medio junioribus praesertim macula oblonga violacea; mucosa oris postice nigricante-fusca.

B. 5. D. 6—1/12 vel 6—1/13. P. 19 vel 20. V. 1/5. A. 1/11 vel 1/12 vel 1/13. C. 7/13|5 circ.

Syn. *Eleotris sexguttata* CV., Poiss. XII p. 191; Blkr. N. soort. Blenn. Gob. Nat. T. Ned. Ind. I p. 253; Act. Soc. Sc. Neerl. III, Zesde bijdr. vischf. Sumatra p. 42; Günth., Cat. Fish. III p. 130.

Eleotriodes sexguttatus Blkr, Ind. descr. Pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465.

Hab. Sumatra (Padang, Priaman); Bawean; Sangir; Timor (Kupang); Buro (Kajeli); Obi-major; Amboina; Goram; in mari.

Longitudo 14 specimiuum 64‴ ad 115‴.

Rem. Le Valenciennesia sexguttata présente une formule des écailles et des nageoires analogue à celle du muralis, mais il est distinct par son corps plus trapu, par la mâchoire supérieure qui s'étend jusque sous le milieu de l'oeil et par l'absence de bandelettes tant sur les joues que sur la première dorsale, qui sont ornées au contraire, les joues et les opercules de petits ocelles bleus cerclés de violet et la dorsale de gros points ou gouttelettes violâtres.

Hors l'Insulinde l'espèce n'est connue habiter que les côtes de Ceylon.

AMBLYELEOTRIS Blkr.

Corpus elongatum compressum ; capite obtuso convexo alepidoto; praeoperculo inermi. Maxillae subaequales. Dentes maxillis tri- ad quadriseriati, serie externa longiores, intermaxillares anteriores, inframaxillares laterales medii canini. Dentes pharyngeales pluriseriati conici curvati. Nares anteriores a rostri margine remotae margine elevato claudendae. Squamae parvae, 85 circ. in serie longitudinali, trunco antice cycloïdeae trunco postice ctenoideae. Isthmus latus. Pinnae; dorsales approximatae, radiosa spinosa duplo circ. longior, caudalis obtusa. B. 5. D. 6—1/12 vel 6—1/13. A. 1/12 vel 1/13.

Rem. L'espèce type du genre actuel a été enregistrée à tort parmi les membres du genre Valenciennesia (Eleotriodes). Le genre Amblyeleotris est nettement caractérisé dans le groupe des Pareleotrini par la dentition, par la formule de la seconde dorsale et de l'anale, par la tête fort obtuse, par les petites écailles cycloïdes de la moitié antérieure du tronc, etc.

Je n'en connais positivement jusqu'ici qu'une seule espèce, publiée, il y a une vingtaine d'années, sous le nom d'Eleotris periophthalmus, mais je pense que le Valenciennesia notophthalmus Blkr de Chine, décrit d'après un dessin chinois (Ned. T. Dierk. IV p 153) représente une seconde espèce du genre. Cette espèce doit même être assez voisine du periophthalmus par le profil, par les gouttelettes de la tête et par les bandes transversales du corps, mais elle est figurée comme ayant un grand ocelle noir à centre bleuâtre et cerclé de jaune sur le devant de la première dorsale et de taches rougeâtres ou oranges disposées en rangées obliques et transversales sur la seconde dorsale et la caudale.

Amblyeleotris periophthalmus Blkr, Not. Amblyeleotris., Versl. Kon. Ak. Wet. 2e Reeks VIII p. 374.

Amblyel. corpore elongato compresso, altitudine 8 fere in ejus longitudine, latitudine $1\frac{1}{3}$ circ. in ejus altitudine; capite valde obtuso convexo 5 et paulo in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{2}{3}$ circ.-, latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis oblique sursum spectantibus, diametro 4 circ. in longitudine capitis, diametro $\frac{1}{4}$ circ. distantibus; rostro valde obtuso subtruncato oculo plus duplo breviore, apice ante pupillae marginem inferiorem sito; maxilla superiore maxilla inferiore paulo breviore sub oculi margine posteriore desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis, anterioribus et lateralibus pluriseriatis (3- ad 4-seriatis) serie externa ceteris longioribus, anterioribus utroque latere ceteris majoribus, caninis intermaxillaribus utroque latere 3, inframaxillaribus utroque latere 4 posteriore ceteris longiore retrorsum curvato: dentibus pharyngéali bus pluriseriatis conicis acutis curvatis (nec acicularibus nec stipitatis nec uncinatis); sulco oculo-supra-operculari bene conspicuo; squamis capite et regione nuchali mediana nullis; squamis nuchalibus lateralibus et lateribus antice minimis cycloideis, lateribus postice parvis, cauda mediocribus ceteris multo majoribus; squamis mediis lateribus caudaque ctenoideis; squamis 80 ad 85 in serie longitudinali angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis, 22 circ. in serie transversa initium pinnae analis inter et dorsalem radiosam, 10 in serie transversa media caudae parte libera; appendice anali brevi; pinna dorsali spinosa corpore humiliore obtusa spinis mediis ceteris longioribus; dorsali radiosa et anali forma, longitudine et altitudine subaequalibus corpore humilioribus, postice acutangulis; pectoralibus acutiuscule rotundatis; ventralibus et caudali obtuse rotundata capite non ad paulo brevioribus; colore capite roseo, corpore superne lateribusque luteo, thorace roseo, ventre margaritaceo: iride flavescente-rosea margine pupillari aurea; capite et nucha guttulis aureo-rubris rubro-violaceo annulatis; corpore fasciis 6 transversis roseis, 1a operculari, 2a dorso-ventrali, 3a 4a et 5a dorso analibus, 6a caudae partis libera; pinnis dorsalibus viridescente-margaritaceis aurantiaco mar-

ginatis, spinis radiisque fuscescente variegatis, membrana parce margaritaceo guttulatis; pectoralibus basi flavis ceterum dilute roseis; ventralibus membrana coerulescente-hyalinis radiis aurantiacis; anali dimidio basali flavescente-aurantiaca guttulis dilute coeruleis, dimidio libero aureo-rubra vittulis 3 longitudinalibus coeruleis; caudali flavescente-aurantiaca inferne violascente.

B. 5. D. 6—1/12 vel 6—1/13. P. 19. V. 1/5. A. 1/12 vel 1/13. C. 6/13/5 circ.

Syn. *Eleotris periophthalmus* Blkr, Diagn. n. vischs. Batavia, Nat. T. Ned. Ind. IV p. 477; Günth., Cat. Fish. III p. 124.
Eleotriodes periophthalmus Blkr, Ind. spec. pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465.

Hab. Java (Batavia); in mari.

Longitudo speciminis unici 75‴.

Ptereleotris Gill.

Corpus elongatum compressum; capite acutiusculo alepidoto. Squamae trunco cycloideae plus quam 100 in serie longitudinali. Dentes maxillis pluriseriati serie externa longiores ex parte caninoidei; pharyngeales aciculares rectiusculi apice subuncinati. Maxilla inferior prominens. Aperturae branchiales isthmo lato separatae. Pinnae; dorsales radiosa et analis radiis omnibus indivisis, dorsalis radiosa spinosa duplo vel plus duplo longior, caudalis truncato-emarginata. D. 4. D. 6—1/27 ad 6—1/30. A. 1/26 ad 1/30.

Rem M Gill a reconnu le premier le genre Ptereleotris (sans toutefois le décrire) en indiquant comme espèce type l'Eleotris microlepis. Cette espèce est en effet d'un type bien distinct du genre Valenciennesia, par la longueur extra-ordinaire de la seconde dorsale et de l'anale, soutenues chacune par 27 jusqu'à 30 rayons indivisés; par les dents plurisériales aux deux mâchoires, par les écailles cycloïdes et par la forme tronquée ou échancrée de la caudale.

Je n'en connais que deux espèces, qui toutes les deux habitent l'Insulinde est dont celle qui est le type du genre a été

retrouvée aussi près des côtes de Zanzibar. Ces deux espèces ont pour principaux caractères:

I. Dorsale et anale à 28 ou 29 rayons. Base inférieure de la pectorale à tache oblongue noirâtre. Caudale sans tache ni bande noire.

1. *Ptereleotris microlepis* Blkr.

II. Dorsale à 31 ou 32, anale à 30 ou 31 rayons Pectorale sans tache noirâtre. Partie médiane de la caudale noire.

2. *Ptereleotris heteropterus* Blkr.

Ptereleotris microlepis Gill, Proc. Acad. nat. sc. Phil. 1863 p. 271.

Ptereleotr. corpore elongato compresso, altitudine 8 circ. in ejus longitudine, latitudine $1\frac{1}{2}$ fere in ejus altitudine; capite acuto compresso 6 circ. in longitudine corporis; altitudine capitis $1\frac{2}{3}$ circ.-, latitudine capitis 2 circ. in ejus longitudine; oculis lateraliter spectantibus, diametro $3\frac{1}{3}$ circ. in longitudine capitis, minus diametro 1 distantibus; rostro convexiusculo oculo breviore apice ante oculi partem superiorem sito; rictu valde obliquo; maxilla superiore valde protractili maxilla inferiore breviore, sub oculi parte anteriore desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis, intermaxillaribus pluriseriatis serie externa ceteris brevissimis multo longioribus inaequalibus utroque latere 4 vel 5 caninis distantibus, inframaxillaribus anterioribus tri- vel pluriseriatis posteribus uniseriatis serie externa et serie interna antice utroque latere latere caninis 2 ad 4; dentibus pharyngealibus multiseriatis acicularibus rectiusculis ex parte apice subuncinatis; sulco oculo-supra-operculari parum conspicuo; squamis capite nuchaque linea mediana nullis, trunco minimis cycloideis valde deciduis, plus

quam 100 in serie longitudinali, caudalibus quam trunco antice paulo majoribus; appendice anali conica brevi; pinnis dorsalibus subcontiguis, dorsali spinosa radiosa humiliore obtusa, spinis gracillimis 5ª ceteris longiore, 6ª longe post 5ᵐ remota; dorsali radiosa corpore humiliore plus triplo longiore quam alta, obtusa, antice quam postice altiore, 3 circ. in longitudine corporis; pectoralibus latis rhomboideis capite absque rostro non longioribus; ventralibus capite paulo brevioribus; anali dorsali radiosa paulo breviore sed eae forma et altitudine subaequali; caudali truncato-emarginata angulis acuta capite paulo longiore; colore corpore superne viridescente-roseo, inferne margaritaceo-roseo; iride rosea margine pupillari aurea; capite rostro genisque maculis oblongis ex parte curvatis coeruleis; vittis postoculari longitudinali et operculari valde curvata coeruleis; pinnis flavescente-aurantiacis; dorsalibus purpureo marginatis, spinosa vittula obliqua coerulea postrorsum adscendente; pectoralibus basi dimidio inferiore macula oblonga transversa duplice coerulescente et nigricante-violacea; anali basi vitta duplice, superiore coerulescente inferiore ignea vel aurea.

B. 4. D. 6—1/27 vel 6—1/28. P. 23. V. 1/5. A. 1/27 vel 1/28.
C. 8/14/8 circ. vel 8/13/8 circ.

Syn. *Eleotris microlepis* Blkr, Vijfde bijdr. ichth. Banda, Nat. T. Ned. Ind. XI p. 102; Günth., Cat. Fish. III p. 132; Playf., Fish. Zanzib. p. 75 tab. 9 fig. 5.
Eleotriodes microlepis Blkr, Ind. descr. spec. pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465

Hab. Nias; Banda (Neira); in mari.

Longitudo speciminis descripti 85'''.

Rem. M. Playfair a publié une belle figure de cette espèce prise sur un individu des côtes de Zanzibar et mesurant environ 120''', ce qui prouve que l'espèce devient notablement plus grande que l'individu décrit ci-dessus. M. Playfair dit encore, par rapport aux couleurs du corps: »Pale greenish, with a number of very faint flesh-coloured cross bands, those on the front part straight, the remainder crescent-shaped, the horns pointing forward; these cease before the tail, on which are about three similar longitudinal bands, which are continued on the caudal

fin." Ces bandes n'existaient plus sur mon individu lorsque j'en dressai la description.

Pterelcotris heteropterus Blkr, Notic. Eleotrif., Arch. néerl. sc. nat. X p. 106.

Ptereleotr. corpore elongato compresso, altitudine $8\frac{1}{2}$ circ. in ejus longitudine, latitudine $1\frac{2}{5}$ circ. in ejus altitudine; capite acutiusculo compresso $5\frac{1}{4}$ circ. in longitudine corporis; altitudine capitis 2 circ.-, latitudine capitis $2\frac{1}{3}$ circ. in ejus longitudine; oculis lateraliter spectantibus, diametro 3 circ. in longitudine capitis, diametro 1 fere distantibus; rostro convexiusculo oculo breviore apice ante oculi partem superiorem sito; rictu valde obliquo; maxilla superiore valde protractili maxilla inferiore breviore sub oculi margine anteriore desinente; dentibus maxillis acutis conicis curvatis, intermaxillaribus pluriseriatis serie externa ceteris brevissimis multo longioribus inaequalibus utroque latere caninoideis 3 vel 4 distantibus, inframaxillaribus anterioribus tri- vel pluriseriatis ex parte caninoideis posterioribus uniseriatis; sulco oculo-suprascapulari parum conspicuo; squamis capite et linea nuchae mediana nullis, trunco minimis cycloideis valde deciduis plus quam 100 in serie longitudinali, caudalibus quam trunco antice paulo majoribus; appendice anali vix conspicua; pinnis dorsalibus subcontiguis? dorsali spinosa dorsali radiosa non vel vix altiore obtusa corpore humiliore, spinis gracillimis 6^a longe post 5^m remota; dorsali radiosa et anali antice quam postice altioribus, dorsali anali paulo longiore et altiore longitudine 3 fere in longitudine corporis; pectoralibus obtusis et ventralibus capite absque rostro brevioribus; caudali emarginata lobis rotundatis capite breviore; colore corpore superne viridi-roseo, inferne margaritaceo; iride rosea; pinnis dilute aurantiacis, caudali medio tota longitudine nigra.

B. 4?. D. 6—1/30 vel 6—1/31. P. 23 vel 24. V. 1/5. A. 1/29 vel 1/30. C. 7/13/6 circ.

Syn. *Eleotris heteropterus* Blkr, Negende bijdr. ichth. Borneo, Nat. T. Ned. Ind. IX p. 422; Günth., Cat. Fish. III p. 132.

Eleotriodes heteropterus Blkr, Ind. descr. spec. pisc. Nat. T. Ned. Ind. XIV p. 465.
Hab. Borneo (Bandjermasin); in fluviis.
Longitudo speciminis unici 49‴.

Rem. Cette espèce se fait aisément reconnaître par la partie noire de la caudale qui s'étend depuis le milieu de la base jusqu'à la partie médiane du bord postérieur, par l'absence au contraire d'une tache noirâtre à la base de la pectorale et par quelques rayons de plus à la seconde dorsale et à l'anale. Ce que j'ai dit, dans ma description antérieure, du rayon libre entre les deux dorsales, a rapport à la sixième épine de la première dorsale, qui se trouve plus éloignée de la cinquième épine que celle-ci des épines antérieure. Cette sixième épine a été probablement réunie par une membrane mince a la cinquième (comme dans le microlepis) mais déchirée par la manipulation. Je ne puis pas non plus constater sur mon individu le nombre antérieurement donné de 6 rayons branchiostèges nombre qui probablement est une erreur d'impression et doit être lu = 4.

Orthostomus Kner.

Corpus elongatum compressum; capite obtuso truncato superne squamato; rostro brevissimo. Dentes maxillis parvi graciles, antici 4 canini. Squamae trunco ctenoideae parvae. Maxilla inferior prominens. Rictus subverticalis. Aperturae branchiales isthmo angusto separatae. Pinnae, dorsales subcontiguae, radiosa spinosa plus duplo longior, caudalis obtusa convexa. B. 6. D. 6—1/25. A. 1/29. V. 1/4.

Rem. La place naturelle du genre Orthostomus est manifestement entre les genres Ptereleotris Gill et Oxymetopon Blkr et nullement près des Amblyopini où il a été placé par Kner. Il paraît que les rayons de la seconde dorsale et de l'anale soient tous indivisés, comme dans les Ptereleotris et les Oxymetopon. Le genre est du reste bien caractérisé par la tête tronquée à front

peu élevé, à museau extrêmement court et à fente de la bouche verticale, par la nature cténoïde des écailles, par la formule des ventrales et des rayons branchiostèges et par la forme obtuse et arrondie de la caudale.

On n'en connait jusqu'ici qu'une seule espèce, trouvée à Singapore, mais qui ne fait pas partie de mes collectioni.

Orthostomus amblyopinus Kner. IV Folg. n. Fisch. Mus. God., Sitz. ber. k. Ak. Wiss. 1868 Bd LVIII p. 330 tab. 6 fig 16.

Descriptio Kneriana sequens.

„Die Körperhöhe der Kopflänge und diese $1\frac{1}{5}$ der Körperlänge gleich, das Auge $\frac{1}{3}$ der Kopfflänge; Farbung hell bräuulich-gelb (vielleicht im Leben rosenroth) mit Silberstrichen und Flecken an den Seiten des Kopfes."

„Der Kopf ist zufolge der fast senckrechten Mundspalte beinahe vertical abgestutzt und die Symphyse des Unterkiefers ragt vor; von den vier stärkeren und längeren Fangzähnen beider Kiefer stehen die zwei inneren im unteren ganz am Rande fast wagrecht und nach vor- und aufwärts gekrümmt, die beiden äusseren nach vorne convexen sind aufrecht; die vier Fangzähne des Zwischenkiefers kleiner, kaum gebogen und mehr nach vorne als nach abwärts gerichtet; der Gaumen ist zahnlos; eine freie Zunge fehlt. Das Auge ist nur $\frac{2}{3}$ seines Durchmessers von der Symphyse und blos über $\frac{1}{2}$ vom anderen Auge entfernt; die Nasenbeine laufen vorne in je eine kurze Dornspitze aus, zwischen denen der dreieckige Stiel des Zwischenkiefers sich einschiebt, der bis zwischen die Augen reichend, daselbst eine tiefe Grube bildet. Der schief stehende Vordeckel ist unbewaffnet, nur vom hinteren Rande des Deckels ragt am Winkel ein kleiner flacher Dorn vor. Die Deckelstücke sind übrigens zu kurz und klein, um über die ganze grosze Kiemenspalte zu reichen, ein Theil der Kiemenhaut und Kiemenstrahlen ragt daher unter und hinter ihnen frei vor, da sie bis an die Kehle offen ist. Die erste Dorsale ist völlig von der zweiten getrennt und die mittleren und längsten ihrer einfachen, bieg-

sahmen Strahlen erreichen fast Körperhöhe und kommen den längsten in der hinteren Hälfte der zweiten Dorsale fast gleich. Die letzten Strahlen der zweiten Dorsale und auch der Anale reichen zurückgelegt bis auf die Basis der Caudale und lässen daher den Schwanzstiel flossenfrei. Die Analpapille liegt fast genau in halber Körperlänge. Die Caudale scheint schief von oben nach unten und vorwärts abgestutzt und kaum von Kopfeslänge zu sein. Eben so lang sind die Brustflossen, die bis unter das Ende der ersten Dorsale reichen und auf einer breiten musculösen und überschuppten Basis aufsitzen; die unter ihnen eingelenkten, zugespitzten Ventralen erreichen beinahe die Analgrübe. Die Beschuppung beginnt am Kopfe unmittelbar hinter den Augen und daselbst liegen bis zur ersten Dorsale die kleinsten Schuppen, nur wenig grössere bedecken die Basis der Brustflossen und den Bauch, grössere die Seiten des Rumpfes, die grössten liegen seitlich am freien Schwanzstiele; die Caudale und alle übrigen Flossen sind unbeschuppt; die Rechenzähne der Kiemenbögen sind ansehnlich lang. Die Rückenseite dunkler als der Bauch, alle Flossen durchscheinend. An den Wangen über dem unteren Rande des Vordeckels ein Silberstrich, oberhalb ein kürzerer vom Suborbitalring bis an den Rand des Oberkiefers, ein kleiner Silberfleck am vorderen Augenrande, 1—2 hinter dem Auge und noch 1—2 längliche auf dem Deckel selbst und dem hinabgezogenen Unterdeckel. B. 6. D. 6—30. V. 5/5. P. 18. C. 16 et lat. brev."

„Hab. Singapura."

„Longitudo „2½" ".

Oxymetopon Blkr.

Corpus elongatum maxime compressum; capite obtuso vertice carinaeformi elevato squamato. Squamae trunco ctenoideae deciduae 100 circ. in serie longitudinali. Dentes maxillis pluriseriati serie externa longiores, antici 2 canini praesymphysiales. Canini insuper 2 inframaxillares postsymphysiales. Dentes pharyngeales aciculares apice vix curvati. Maxilla inferior prominens. Rictus valde obliquus Aperturae branchiales isthmo

angusto separatae. Pinnae dorsales subcontiguae, radiosa et analis radiis omnibus simplicibus, dorsali radiosa dorsali spinosa plus duplo longior, caudalis lanceolata. B. 5. D. 6—1/31 A. 1/31. V. 1/4.

Rem. Le genre Oxymetopon est fort remarquable par l'extrême compression du corps, par l'élévation de la crête fronto-nuchale et par la dentition, mais toute son organisation lui indique une place parmi les Pareleotrini. Je n'en connais qu'une seule espèce dont je reçus l'unique individu de l'île de Timor peut avant mon départ des Indes.

Oxymetopon typus Blkr, Zesde bijdr. vischf. Timor, Nat. T. Ned. Ind. XXII p. 258; Günth., Cat. Fish. III p. 153.

Oxymet. corpore elongato valde compresso, altitudine 7½ circ. in ejus longitudine cum-, 5¼ circ. in ejus longitudine absque pinna caudali; latitudine corporis 4 circ. in ejus altitudine; capite valde compresso obtuso 9¾ circ. in longitudine corporis absque pinna caudali, vix altiore quam longo; fronte vertice nuchaque in cristam carnosam squamatam desinente; linea rostro-dorsali ante oculos concava, fronte, vertice nuchaque valde convexa; oculis horizontaliter extrorsum spectantibus, diametro 3¼ circ. in longitudine capitis, diametro 1 fere distantibus; naribus oculo approximatis, patulis, posterioribus anterioribus minoribus; rostro brevissimo; rictu maxime obliquo; maxilla superiore protractili, valde oblique descendente, sub oculi dimidio anteriore desinente, 2 circ. in longitudine capitis; maxilla inferiore ante superiorem prominente; dentibus maxillis seriebus internis minimis, serie externa curvatis majoribus, intermaxillaribus inframaxillaribus longioribus antice 4 caninis curvatis externis internis longioribus, inframaxillaribus anticis 2 postsymphysialibus et 2 praesymphysialibus caninis curvatis postsymphysialibus quam praesymphysialibus longioribus; apertura branchiali sub praeoperculi margine posteriore desinente; capite vertice tantum squamato; squamis trunco ctenoideis 105 circ. in serie longitudinali, postrorsum magnitudine sensim accrescen-

tibus caudalibus lateralibus anterioribus conspicue majoribus; appendice anali oblonga obtusa; pinnis dorsalibus basi tantum continuis; dorsali spinosa corpore paulo humiliore, acuta, spina 2ª ceteris longiore, spina 6ª longe post 5m inserta; dorsali radiosa corpore duplo circiter humiliore dorsali spinosa plus duplo longiore, postice quam medio non altiore; pectoralibus obtuse rotundatis et ventralibus acutis capite non vel vix brevioribus; anali dorsali radiosa paulo humiliore et vix breviore, postice quam medio non altiore; caudali acuta lanceolata radiis mediis in fila productis $3\frac{1}{3}$ ad $3\frac{1}{4}$ in longitudine totius corporis; colore corpore superne roseo vel viridescente-roseo, inferne margaritaceo; iride flava; genis vittis 2 longitudinalibus obliquis brevibus coeruleis; pinnis dorsalibus roseo-hyalinis vittis 3 vel 4 longitudinalibus coeruleis; pectoralibus flavescente-roseis basi carnosa inferne stria brevi coerulea; ventralibus aurantiacis; anali violacea; caudali aurantiaco-rosea membrana inter singulos radios ocellis parvis coerulescentibus.

B. 5. D. 6—1/31. P. 20 vel 21. V. 1/4. A. 1/31. C. 30 lat. brev. incl.

Hab. Timor (Kupang); in mari.

Longitudo speciminis unici 159‴.

Scripsi Hagae Comitis Calendis Januarii 1875.

VERMINDERING

VAN DEN

WATERAFVOER VAN RIVIEREN EN STROOMEN.

Rapport uitgebragt ter Vergadering van 27 Januarij 1877.

Mij werd in handen gesteld een rapport der commissie, belast met het uitbrengen van een verslag aan de keizerlijke Academie te Petersburg, over het werk van den Heer WEX, betrekkelijk de vermindering van het water der wellen en stroomen.

De keizerlijke Academie van wetenschappen te Weenen had namelijk in 1875 aan de keizerlijke Academie te Petersburg gezonden een in 1873 in het licht verschenen Memorie van GUSTAVE WEX, Hoofddirecteur der werken tot verbetering van den Donau, getiteld: *Ueber die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen mit zunehmenden höher ansteigenden und öfter eintretenden Hochwasserstanden* *).

De Academie te Weenen voegde bij de Memorie het rapport van hare commissie en noodigde de Academie te Petersburg uit hare aandacht op dit onderwerp te vestigen, en te willen medewerken, om zoo mogelijk de middelen te vinden tot beperking der rampen in de Memorie vermeld. Zij verzocht tevens mededeeling van de waterstanden, die gedurende eene reeks van jaren langs de stroomen en rivieren waren waargenomen en voor het geval, dat zulke waarnemingen nog niet werden gedaan, dat de Academie alsdan de middelen wilde beramen om daartoe te geraken. De Academie te Weenen uitte

---

*) Deze memorie is te vinden in het *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architecten-Vereins.* Jahrgang 1873, II, IV, VI und VII Heft.

daarbij den wensch, dat die waarnemingen volgens een algemeen stelsel konden geschieden, en beval daartoe aan de graphische lijnen, vermeld in de Memorie van den Heer WEX.

Eindelijk deelde de keizerlijke Academie van Weenen haar voornemen mede om de instellingen, die in deze zaak belang stelden, te verzoeken de zaak gezamenlijk te bespreken, ten einde te weten hoe men het meeste nut zoude kunnen trekken uit de gegevens, die men thans reeds ten deze bezit.

Na het belang der zaak te hebben voorgesteld, constateert de Heer WEX in zijne Memorie de vermindering van het water op de stroomen en rivieren en bespreekt daarna de nadeelige gevolgen er van. Hij grondt zijne stelling op eigene waarnemingen gedurende 40 jaren, gedaan op verschillende Oostenrijksch-Hongaarsche rivieren. Niettegenstaande het feit van watervermindering ook door andere personen is waargenomen, wordt de juistheid daarvan door bekwame deskundigen ontkend, als door den Pruissischen waterbouwkundige G. HAGEN en den Pruissischen Inspecteur van Hydraulische werken MAAS en meer anderen.

Zoo heeft MAAS in druk gegeven de uitkomst van waterwaarnemingen, gedaan van 1727 tot 1869, alzoo over een tijdvak van 143 jaren op de Elbe te Maagdenburg, waaruit wel blijkt dat de waterstand aanmerkelijk is verlaagd, doch zulks niet aan verminderden waterafvoer moet worden toegeschreven, maar aan de werken tot verbetering der rivier uitgevoerd, waardoor de stroomsnelheid is vermeerderd, zoodat men volgens het gevoelen van den Heer MAAS geen verdere verlaging van waterstand te vreezen heeft, daar de werken tot verbetering van het stroombed zijn voltooid.

Ook de Heer GREBENAU, lid der technische Rijncommissie, die blijkens den Heer WEX verlaging van den Rijn te Sönderheim heeft waargenomen, beschouwt in zijne *Resultate der Pegelbeobachtungen an den Rhein und Mosel* 1807—1872 op bladz. 20 „die Senkung des mittleren Jahreswasserstandes" langs den Rijn tot Bazel alleen als een gevolg van rivierafsnij-

dingen, die dan ook aldaar op groote schaal hebben plaats gehad en die rivier in 60 jaar 90 Kilometers hebben verkort.

De Heer WEX bestrijdt deze meeningen en beroept zich, behalve op zijne eigene bevinding, nog op minstens een tiental geleerden en doet uitkomen in hoe groote mate de wouden de vochtigheid bevorderen en krachtig medewerken om het doorsijpelen van water in den grond te doen plaats hebben en daardoor de wellen te voeden. Bij opruiming der bosschen stroomt het water met kracht van de hoogte, veroorzaakt overstroomingen en vormt diepe geulen in den bodem. De vernieling der bosschen heeft tevens ten gevolge de vermeerdering van warmte en droogte in de zomermaanden en der koude in den winter.

De schrijver noemt als waarschuwend voorbeeld hetgeen Palestina, Perzië, Griekenland, Sicilië en Spanje, ten gevolge van het wegruimen der bosschen, zijn geworden.

De Russische commissie voegt bij deze voorbeelden het zuidelijk gedeelte van Rusland, alwaar vóór 150 à 200 jaar uitgestrekte bosschen bestonden, op plaatsen die thans in steppen zijn herschapen, waarvan de hoogste gedeelten geheel van water zijn beroofd en daardoor onbewoonbaar zijn. Ook noemt die commissie de Wolga en Dnieper, waarlangs de wouden zijn en nog worden uitgeroeid, en wel met zooveel kracht, dat het middelste en laagste gedeelte dier rivieren, die zoo noodig voor den Russischen handel zijn, reeds geheel onbeplante streken doorloopt, alwaar de vloeden eene vroeger ongekende hoogte bereiken. De klagten over voortdurende verplaatsingen van het rivierbed zijn dan ook vele, en de sneeuw der steppen, plotseling door sterke regens gesmolten, vormt zulke sterke waterstroomen, dat groote gedeelten der bouwgronden worden medegevoerd en nieuwe ondiepten in de rivierbeddingen vormen. De commissie is dan ook overtuigd, dat de belemmeringen der vaart op de Wolga, Don en Dnieper veel minder zouden zijn, wanneer men de uitroeijing der bosschen had weten te voorkomen.

De commissie merkt intusschen op, dat eene reeks van langdurige waarnemingen van waterstanden niet voldoende is, om met zekerheid eene vermindering van de massa water te staven. Wat daarvoor noodig is, zijn naauwkeurige metingen van den

werkelijken afvoer op verschillende dwarsprofillen der rivier gedurende vele jaren.

Wanneer de hoeveelheid gevallen regen jaarlijks dezelfde blijft, dan kan de verandering, die de rivieren in den loop der tijden ondergaan, slechts eene veranderde verdeeling in den afvoer van het water geven. Dit is ook wat men bij de Wolga aanneemt het geval te zijn, namelijk dat de hoeveelheid afgevoerd water niet is verminderd sedert dat hare boorden van bosschen zijn beroofd, maar dat de stroomen in het voorjaar hooger zijn geworden, terwijl de waterstand gedurende den zomer is verlaagd.

De commissie is alzoo van meening, dat de volgende twee punten meer bepaald en met meerder naauwkeurigheid moeten worden onderzocht, dan zulks door den Heer WEX is geschied.

1°. Is de hoeveelheid water door de rivieren afgevoerd, in den loop der tijden verminderd?

2°. Is de hoeveelheid water in verschillende tijden van het jaar afgevoerd belangrijk gewijzigd, onaangezien of de jaarlijksche hoeveelheid gevallen regen is veranderd of dezelfde gebleven?

Hierbij wordt de opmerking gemaakt, dat men geen bevestiging der 1ste vraag voor al de rivieren der wereld kan verwachten, daar alsdan overal minder regen zou gevallen zijn, hetgeen niet is aan te nemen, wanneer de groote oppervlakte der zeeën en de hoofd-windrigtingen geen wijziging ondergaan.

Het Oesterreichische Ingenieur- und Architecten-Verein heeft in 1873 ook eene commissie benoemd, om de stelling van den Heer WEX te onderzoeken. Deze commissie van kundige en voor het meerendeel ook practische mannen, met de Oostenrijksche rivieren wel bekend, hebben na twee jaren een belangrijk verslag uitgebragt, dat in het tijdschrift dier vereeniging (jaargang 1875, Heft VIII—IX) is opgenomen. Ook daarin wordt hetzelfde gevoelen geuit en wel als volgt:

„Ihr Comité konnte die blosse Aufstellung von Pegellesun-„gen nicht als maassgebend für die Messung der abfliessenden „Wassermengen ansehen, und noch weniger die vergleichende „Gruppirung derselben als einen Beweis für die zu- oder Abnahme „dieser Abflussmenge gelten lassen.”

Ook die commissie zegt dat zij de conclusie van den Heer WEX

eerst dan zou kunnen aannemen, wanneer de waterstandstabellen vergezeld gingen van waarnemingen der profilsveranderingen en van wijzigingen in het lengteprofil der rivieren, die dat bevestigden.

Natuurlijk erkent die commissie ook den grooten invloed der bosschen op de gelijkmatige afvloeijing van het water, en dat het behoud van bosschen in bergachtige landen van het grootste belang is voor de bevaarbaarheid der rivieren, waarop in vele landen te weinig wordt gelet.

Ik geloof niet dat de Academie van mij verlangt hier in verdere bijzonderheden te treden en al de redenen te vermelden, waarmede beide meeningen omtrent minderen of gelijken afvoer van water worden verdedigd of bestreden; alleen wil ik nog enkele bijzonderheden aanstippen, ook met hetgeen ten deze in Nederland is waargenomen of wordt verrigt.

Vooreerst kan men gerust aannemen, dat uit de vroeger waargenomen waterstanden langs de rivieren volstrekt geen gevolgtrekkingen zijn af te leiden. De vroegere gesteldheid der rivieren is ons slechts hoogst oppervlakkig en de doorstroomingsprofillen volstrekt niet bekend. De hoogte van het water aan een bepaald punt heeft geen waarde, wanneer die niet wordt vergeleken met boven- en benedenwaarts gelegen waterstanden en dan nog in verband met de hoogte der bedding en profilsinhoud.

De gemiddelde waterstanden zijn rekenkunstige gemiddelden der waargenomen waterhoogten gedurende zekere tijdperken. Het zijn intusschen niet de werkelijk gemiddelde standen, namelijk die, waarbij de gemiddelde hoeveelheid water wordt afgevoerd; en de vergelijking der waterstanden kan ons alzoo niets zekers omtrent den waterafvoer leeren.

Uit enkele gegevens zou men intusschen tot de meening overhellen, dat de waterafvoer niet vermindert. Zoo blijkt uit de registers der peilschalen en de beide tienjarige overzigten, dat de waterstand te Emmerik langzamerhand verlaagt; en toch zou men, uit de metingen en berekeningen, eer vermeerdering dan vermindering van afvoer meenen te bespeuren.

Op de Maas, waar men met geen waterverdeeling boven St. Andries te doen heeft, maar tevens geen oude waarnemin-

gen en vroeger slechts zeer weinig peilschalen bezat, vindt men als jaarlijks gemiddelden waterstand

te Maastricht	van 1821—1849	. . . . .	43.097
	van 1851—1875	. . . . .	43.057
te Grave	van 1821—1849	. . . . .	6.848
	van 1851—1875	. . . . .	6.533

Maastricht behoudt dus denzelfden waterstand, terwijl het water te Grave merkelijk gedaald is.

Intusschen zal, vóór dat het gevoelen van den Heer WEX gestaafd of onwaar bevonden wordt, nog eene reeks van jaren moeten verloopen, alvorens zuivere waarnemingen van de gesteldheid der rivieren, in verband met die op Meteorologisch gebied gedaan, dienaangaande zullen beslissen, en de twee voormelde vragen door de commissie te Petersburg gesteld met zekerheid zullen kunnen worden beantwoord.

In ons land werden vóór het jaar 1873 geen waarnemingen gedaan van genoegzame naauwkeurigheid, om tot vergelijking te dienen met die welke thans worden genomen. Eene verzameling van de uitkomsten dezer vroegere waarnemingen op de Bijlandsche- en Pannerdensche kanalen van 1835 tot 1870 gedaan, vindt men achter het jaarverslag aan den Koning over de openbare werken van dat jaar. Het voorname gebrek zit in het gemis van controlewaarnemingen, zoodat het onmogelijk is de maat van naauwkeurigheid maar eenigszins na te gaan. Vroeger werden de waarnemingen wel eens in hetzelfde jaar herhaald en men vindt dan afwijkingen van 3 tot 10 procent.

Sedert 1873 is intusschen voor ons land een nieuw tijdperk ingetreden, waarbij men op last en onder beheer van den Hoofdingenieur van den Waterstaat ROSE alle mogelijke gegevens verzamelt, om met den loop en den toestand der rivieren bekend te geraken.

Vooreerst heeft men weêr gebruik gemaakt van het molentje van WOLTMAN, daarmede zijn vele waarnemingen gedaan en de constanten bepaald voor de verschillende formulen.

Ook werden daarbij verbeteringen aan dit werktuig gemaakt, waaronder het electrisch kloksignaal, waarbij 100 omwentelingen

door een klokslag worden aangegeven, wel als de voornaamste mag worden beschouwd.

Voorts zijn de stroomsnelheden gelijktijdig met het molentje en de drijvers van KRAIJENHOFF gemeten, waaruit ten duidelijksten is gebleken, dat er overwegende bezwaren aan het gebruik van de drijvers zijn verbonden, waarvan de uitkomsten dan ook onnaauwkeurig zijn en het afgeleid vermogen der rivieren te groot wordt aangegeven.

Men heeft door deze uitkomsten de waarnemingen van 1847—1872, gedaan met de drijvers van KRAIJENHOFF, omtrent de waterverdeeling op de bovenrivieren, kunnen benaderen.

Ook is het gebleken, dat bij bepaling van het vermogen der rivieren de profillen voortdurend moeten worden herzien, daar die binnen weinige maanden aanzienlijk kunnen veranderen.

Men heeft door gebruik van het molentje de gemiddelde snelheden in de verticalen berekend en het vermogen van den Boven-Rijn en zijne takken bij verschillende waterstanden bepaald.

Voorts zijn de verschillende profillen met de snelheden in teekening gebragt en de afvoer van den Rijn en zijne takken graphisch voorgesteld.

Al deze berekeningen en uitkomsten zijn te vinden achter het verslag aan den Koning over de Openbare werken van het jaar 1875 in de bijlagen III—IX, bladz. 191—335. Zij komen mij zóó belangrijk voor, dat ik gemeend heb u daarvan een exemplaar te moeten aanbieden, ten einde meer en détail te kunnen nagaan, wat ik hier slechts vlugtig heb opgegeven.

Uit al het bovenstaande blijkt ten vollen, met welke groote zorg in de laatste jaren hier te lande de waarnemingen omtrent het vermogen der hoofdrivieren geschieden; en dit, gepaard met het groote aantal zelfregistreerende peilschalen langs die wateren geplaatst, geeft de overtuiging, dat men later in staat zal zijn met juistheid de vragen te beantwoorden, die door de commissie te Petersburg zijn gesteld en hierboven werden vermeld.

Op den weg eenmaal door den Hoofdingenieur ROSE ingeslagen, zal natuurlijk worden voortgegaan, ook van de Maas zul-

len dezelfde gegevens worden verzameld, en het is mijn wensch ook onze kleine rivieren op gelijke naauwkeurige wijze op te nemen.

Het komt mij als slotsom dezer beschouwingen voor, dat de Academie het gedrukte verslag der Commissie te Petersburg, dat toch zonder geleidende missive werd toegezonden, als voor kennisgeving kan ter zijde leggen, en dat dat verslag voor alsnog geen aanleiding geeft tot eenige bemoeijingen van de zijde der Academie, daar het doen van juiste opnemingen van wege onze regering, blijkens het bovenstaande, op uitnemende wijze geschiedt en wordt behartigd.

Het lid
J. R. T. ORTT.

OVER DEN INVLOED

DER

DRUKKING OP DE TEMPERATUUR DER GROOTSTE DICHTHEID VAN WATER.

DOOR

J. D. VAN DER WAALS.

---

§ 1. Voor zoover mij bekend is, is alleen voor het geval, dat water staat onder de drukking van een atmosfeer, de temperatuur bekend, waarbij het zijn grootste dichtheid heeft. De vraag kan gesteld worden, heeft ook water onder andere drukkingen een grootste dichtheid, en is de temperatuur, waarbij dit plaats grijpt dezelfde als bij de gewone drukking. En als een rechtstreeks onderzoek daaromtrent niet heeft plaats gehad, kan dan ook uit waarnemingen, met een ander doel geschied, het antwoord op bovengestelde vraag worden opgemaakt. Ik zal in het volgende trachten aan te toonen, dat dit antwoord kan gegeven worden uit de kennis van de coëfficiënten van samendrukking van water bij temperaturen in de nabijheid van het maximum van dichtheid gelegen; en tot de uitkomst geraken, dat de temperatuur der grootste dichtheid met toenemenden druk afneemt, en die afhankelijkheid in een formule uitdrukken, in de onderstelling, dat de coëfficiënten van samendrukking door de waarnemingen van GRASSI (*Ann. de Chimie et de physique*, Serie III, Tome 31) met genoegzame nauwkeurigheid bekend zijn.

§ 2. Vooraf wensch ik een denkbeeld te geven van de wijze, waarop ik het antwoord op bovengenoemde vraag heb gezocht.

Stellen wij bij de gewone drukking het maximum van dicht-

heid bij 4°, dan is bekend, dat bij temperaturen, die maar zeer weinig onder 4° liggen, het volume maar zeer weinig grooter is dan dat bij 4°. Is dan bij die lagere temperatuur bijv. bij 3°,5, de coëfficiënt van samendrukking grooter dan bij 4°, zooals uit de waarnemingen van GRASSI het geval blijkt te zijn, dan kan bij toenemende drukking het volumen van beiden gelijk gemaakt worden. Bij den druk, die dit bewerkt, heeft dan water van 4° en van 3°,5 gelijk volumen, en ligt dus de temperatuur der grootste dichtheid tusschen die twee temperaturen. Alleen evenwel in dat geval is men zeker van de juistheid van dit besluit, als het blijkt, dat de druk, die voor het gelijkmaken der twee volumens noodig is, valt binnen de grenzen der waarneming, waarbij die coëfficiënten van samendrukking zijn bepaald geworden. Is men daarvan à priori niet zeker, als de tweede temperatuur veel van 4° verschilt, men kan dat verschil zoo klein nemen, dat men vooraf die zekerheid wel heeft. Immers stellen wij dit verschil in temperatuur Δt, en zij het volumen onder den druk van een atmosfeer gelijk $f(t)$, dan wordt het volumen bij de temp. $t - \Delta t$ voorgesteld door

$$f(t - \Delta t) = f(t) - f'(t)\,\Delta t + \frac{f''t}{12}\,\Delta t^2 \text{ enz.}$$

Is t de temperatuur van het maximum van dichtheid, dan is $f'(t) = 0$ en dus het volumen toegenomen met $\frac{f''(t)}{1.2}\,\Delta t^2$ enz.

Stellen wij nu de coëfficiënten van samendrukking onder den druk van een atmosfeer voor door $\varphi(t)$; dan zal, bij $t - \Delta t$, die coëfficiënt gelijk zijn aan

$$\varphi(t) - \varphi'(t)\,\Delta t + \text{ enz.}$$

Onder een druktoename van p atmosferen is dus het eerste volumen gelijk aan

$$f(t)\left\{1 - p.\,\varphi(t)\right\}$$

en het tweede

$$\left\{f(t) + f''(t)\,\frac{(\Delta t)^2}{1.2}\right\}\left\{1 - p\,[\varphi(t) - \varphi'(t)\,\Delta t]\right\}.$$

Zullen zij gelijk zijn, dan moet

$$p = -\frac{\Delta t}{1.2}\,\frac{f''(t)}{f(t)\,\varphi'(t)}.$$

Uit deze uitkomst blijkt, dat Δt zoo klein genomen kan worden, dat p zeker ligt binnen de grenzen der waarnemingen, waardoor de samendrukkings-coëfficiënten gevonden zijn. Daar $\varphi(t)$ in de nabijheid van 4^0 een afnemende functie is, zal $\varphi'(t)$ negatief zijn en dus p positief. Het is licht in te zien, dat alleen in het geval, dat de samendrukbaarheid ook bij 4^0 een maximumwaarde vertoonen zou, het hiervoor gevonden resultaat niet meer gelden zou.

§ 3. Een meetkunstige voorstelling kan tot nadere opheldering strekken en aantoonen, dat men, zelfs al kende men de

uitkomst van GRASSI niet, grond heeft te verwachten, dat de samendrukkingscoëfficiënten verschillend moesten zijn, als water onder gelijken druk, maar bij verschillende temperaturen een gelijk volumen inneemt.

Wij kennen namelijk door de waarnemingen omtrent het volumen, dat water onder de eenheid van druk bij verschillende temperaturen inneemt, telkens een punt van de isotherme voor zekere temperatuur. Die punten liggen in een lijn AB evenwijdig aan de as der abscissen. Het punt C, dat bij water van 4° behoort, ligt het dichtst bij den oorsprong. Al de andere punten P behooren bij tweederlei isotherme. Tenzij men nu mocht meenen, dat zulke twee isothermen over hun geheele beloop samenvallen, is men genoodzaakt aan te nemen, dat zij elkander in het gemeenschappelijk punt snijden; raken kan als *uitzonderingsgeval* voorkomen. En die meening, dat zij zouden samenvallen, zal wel onhoudbaar gevonden worden, als men bedenkt, dat ten minste bij groote volumina (dampvolumina) de isothermen voor zulke twee temperaturen geheel verschillende lijnen zijn.

Elk der beschouwde punten kan dus als dubbelpunt aangemerkt worden, waar twee lijnen doorgaan, over het algemeen van verschillende richtingen. En is de richting dier lijnen verschillend, dan natuurlijk ook de coëfficiënt van samendrukking. De tangens toch van de raaklijn is gelijk aan $\frac{1}{-v\beta}$, als v het volume en β die coëfficiënt is.

§ 4. Daar de isothermische lijnen betrekkingen zijn van den vorm

$$\varphi\,(p, v, t) = 0$$

kunnen wij ze als eenzelfde groep beschouwen, die alleen door verandering van een parameter t van elkander verschillen. Het gewone geval is dat isothermen elkander niet snijden. Maar bij water heeft het omgekeerde plaats. En dan is er sprake van een *enveloppe*.

Daar de enveloppe de grens is van de punten van het vlak, waar nog lijnen van de beschouwde groep doorgaan, zal het

punt, dat wij verkrijgen, als wij het kleinste volume onder den druk van een atmosfeer aangeven, een punt der *enveloppe* zijn. Bij gevolg zal de meetkunstige plaats van de punten, die de kleinste volumens onder verschillende drukkingen aangeven de *enveloppe* C D E F G zijn der isothermische lijnen. Daar wij de isothermen zelven niet kennen, kunnen wij daarvoor in de plaats stellen de raaklijnen, die, zooals boven gezien is, wel bekend zijn uit de waarnemingen van GRASSI, mits wij bedenken, dat wij van de uitkomst alleen zeker zijn binnen de grenzen, waarvoor volgens die waarnemingen de isotherme niet van de raaklijn onderscheiden kan worden. De proeven hebben namelijk geleerd, dat de coëfficiënt van samendrukking niet merkbaar van de drukking afhangt.

§ 5. De vergelijking van de raaklijn eischt de kennis van het volume bij t^0 en van de coëfficiënt van samendrukking. Gebruiken wij voor het volume de empirische formule van KOPP:

$$v_t = 1 - \frac{610{,}45}{10^7} t + \frac{77{,}183}{10^7} t^2 - \frac{0{,}3734}{10^7} t^3$$

en voor den coëfficiënt van samendrukking de empirische formule

$$\beta_t = \frac{503 + 13{,}185\,t - 3{,}456\,t^2}{10^7}.$$

Deze laatste formule heb ik berekend naar de uitkomsten van GRASSI

$$\beta_0 = \frac{503}{10^7}$$

$$\beta_{1,5} = \frac{515}{10^7}$$

$$\beta_{4,1} = \frac{499}{10^7}$$

Daar blijkbaar tusschen 0^0 en 5^0 een maximumwaarde voor

β ligt, zal deze formule, die een maximumwaarde levert voor $t = 1^\circ,9$ met genoegzame benadering binnen genoemde temperatuursgrenzen de waarden kunnen weêrgeven. Volgens deze formule is, met weglating van 10^7,

$$\beta_0 = 503$$
$$\beta_1 = 512,7$$
$$\beta_2 = 515,5$$
$$\beta_3 = 511,5$$
$$\beta_4 = 500,5.$$

Daar v_t steeds weinig van de eenheid verschilt, zullen wij voor $v_t\ \beta_t$ slechts β_t schrijven. Dan is de vergelijking van een raaklijn:

$$-(p-1)\left\{\frac{503 + 13,185\,t - 3,456\,t^2}{10^7}\right\} =$$
$$= v - 1 + \frac{610,45\,t - 77,183\,t^2 + 0,3734\,t^3}{10^7} \ldots \text{(I)}.$$

§ 6. Volgens de theorie der *enveloppen* moet bovenstaande vergelijking naar t worden gedifferentieerd. Dit geeft een nieuwe vergelijking, en na t uit beide vergelijkingen geëlimineerd te hebben, bekomt men de meetkunstige plaats der minimumvolumens. Houden wij ons echter bij de vergelijking, die door de differentiatie verkregen wordt, dan heeft men, daar v daarin niet meer voorkomt een betrekking tusschen p en t, die ons doet vinden den druk, waarvoor t de temperatuur der grootste dichtheid is.

Deze vergelijking heeft den volgende vorm:

$$-(p-1)\left\{13,185 - 6,912t\right\} = 610,45 - 154,366\,t + 1,12\,t^2$$

of

$$p - 1 = -\frac{\frac{d\,v_t}{d\,t}}{\frac{d\,\beta_t}{d\,t}} \ldots\ldots\ldots\ \text{(II)}.$$

Zij levert natuurlijk $p = 1$ voor $\frac{d\,v_t}{d\,t} = 0$ en zou $p = \infty$ geven voor $\frac{d\,\beta_t}{d\,t} = 0$, maar dan zouden wij een besluit trekken, waartoe wij volgens vroegere opmerkingen, niet gerechtigd zijn. Bovenstaande formule levert de volgende reeks van waarden:

Drukking in Atmosferen.	Temperatuur der grootste dichtheid.
0	4,18
1	4,08
1,75	4
2,85	3,9
4,06	3,8
5,5	3,7
6,9	3,6
8,6	3,5
10,5	3,4

Het behoeft nauwelijks opgemerkt te worden, dat deze tabel slechts beoogt een denkbeeld te geven, omtrent de wijze, waarop de *verandering* van de temperatuur der grootste dichtheid van de drukking afhangt.

Ik heb deze tabel ook niet boven drukkingen gelijk 10 atmosferen berekend, daar GRASSI ook hoogstens dezen druk heeft aangewend. De nauwkeurigheid dezer getallen is echter geheel afhankelijk van de door GRASSI gevonden coëfficiënten; zij kunnen dus slechts als een benadering beschouwd worden.

§ 7. Tot de vergelijking (II) hadden wij zonder gebruik te maken van de theorie der *enveloppen*, ook aldus kunnen besluiten.

Zet men in (I) voor t in de plaats $t + \Delta t$, dan verkrijgt men een nieuwe vergelijking, die in verbinding met (I), door eliminatie van v in staat stelt den druk te berekenen, waaronder het volume gelijk is bij de temperaturen t en $t + \Delta t$. Zoodat men, ten minste als Δt klein is, den druk kent, waarbij de temperatuur der grootste dichtheid gelijk is aan $t + \frac{1}{2} \Delta t$. Stelt men dan $\Delta t = 0$, dan verkrijgt men de vergelijking (II).

§ 8. Stellen wij door $\left(\frac{dv}{dp}\right)_Q$ voor de limietwaarde van de verhouding van de aangroeiing van volume en druk in het geval, dat er van buiten geen warmte toegevoegd of afgenomen wordt, dan wordt uit

$$\left(\frac{dv}{dp}\right)_Q = -v\beta_1$$

de richting gevonden der adiabatische lijn in zeker punt. Volgens de wetten der mechanische warmte-theorie wordt gemakkelijk gevonden, dat β_1 gegeven is door de volgende vergelijking:

$$v\beta_1 = v\beta - \frac{AT}{c_p}\left(\frac{dv}{dt}\right)_p^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (a).$$

In deze vergelijking stelt T de absolute temperatuur, c_p de spec. warmte voor als de druk, die op het oogenblik heerscht, standvastig gehouden wordt; $A = \frac{1}{424}$ en $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p$ hebben de bekende beteekenis. Daar voor een zelfde punt van het vlak β tweederlei waarde heeft, naar gelang de temperatuur boven of beneden die der grootste dichtheid is, volgt uit vergelijking (a) dat door elk punt ook twee adiabatische lijnen gaan. Zelfs al onderstelde men de twee waarden van β gelijk bijv. voor 3 en 5 graden, dan zouden de twee waarden voor β_1 verschillend zijn, daar de proeven voor $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p$ niet zulke waarden leveren, dat voor twee temperaturen, waarbij v gelijk is, ook $\frac{T}{c_p}\left(\frac{dv}{dt}\right)_p^2$ gelijk is. Beweegt men zich nu in het vlak volgens de lijn, die den druk van 1 atmosfeer voorstelt, naar het minimumvolumen, dat wordt de hoek, die de twee adiabatische lijnen insluiten, steeds kleiner, om bij het minimumvolumen, waarbij $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p = 0$ is en dus $\beta_1 = \beta$, gelijk nul te worden. Ook hier ziet men weer een kenmerk voor een groep lijnen

die een *enveloppe* hebben. En natuurlijk zal deze enveloppe met die der isothermen moeten samenvallen. Men ziet uit het hier opgemerkte, dat het denkbeeld, dat twee isothermen over hun geheel beloop zouden samenvallen onhoudbaar is. In dat geval n.l. zouden wel de twee waarden van β gelijk zijn; maar dan zouden, tenzij men behalve aan de uitkomst van GRASSI, ook nog zou twijfelen aan de uitkomst omtrent het volume bij verschillende temperaturen, de twee waarden van β_1 toch ongelijk zijn, en men zou daaruit toch weder tot het bestaan der enveloppe moeten besluiten, die men door de isothermen te doen samenvallen had willen vermijden. De eenig mogelijke meening, die men dan nog zou kunnen hebben, dat de isotherme van 4° de enveloppe der abiabatische lijnen is, zou de ongerijmdheid bevatten, dat door toenemenden druk langs adiabatischen weg, het water steeds tot 4° gebracht werd.

Daar $\beta_1 < \beta$, zal in elk punt de adiabatische lijn steiler stijgen dan de isotherme voor dit punt; terwijl wij dus de enveloppe gevonden hebben door rechte lijnen, zullen de adiabatische lijnen, die zich eerst minder snel naar de enveloppe bewegen, er zich later sneller naar toe moeten buigen. Deze zullen dus, als de isothermen bij rechte lijnen vergeleken mogen worden, als krom moeten beschouwd worden.

§ 9. Daar in elk punt van het vlak twee temperaturen mogelijk zijn, is de toestand der stof niet ondubbelzinnig bepaald. Men kan dien toestand volkomen bepaald maken door het vlak als twee samengevallen vlakken te beschouwen even als men bij een ontwikkelbaar regelvlak de twee bladen door afwikkeling tot een plat vlak kan doen samenvallen, in welk geval de keerlijn de enveloppe wordt van al de groepen van krommen, die op het regelvlak de keerlijn in opvolgende punten aanraakten. Men kan dan een boven en een beneden blad onderscheiden. Elk der isothermen en adiabaten, die de enveloppe raakt, behoort dan voor een gedeelte tot het bovenblad, en voor het andere gedeelte tot het benedenblad. De overgang heeft plaats langs de keerlijn. Daar dan bij gelijk volumen en gelijken druk de beide punten op verschillende bladen vallen, kan men van den eenen toestand niet in den anderen komen, zonder over werkelijk tusschen gelegen toestanden te gaan.

Denkt men de isotherme van 5°, die eerst bij negatieven druk, en dus in niet te verwezenlijke omstandigheden, de enveloppe zou raken, op het bovenblad, dan loopt die van 4° bij elken druk grooter dan 1 atmosfeer eveneens op het bovenblad, maar die van 3°,5 beneden drukkingen gelijk aan 10 atmosferen op het benedenblad. Voor de punten van het bovenblad is dan de uitzetting positief, voor die van het benedenblad negatief. Drukt men dus water van bijv. 3°,5 samen, langs isothermischen weg, dan begint men op het benedenblad, waar de uitzetting negatief is; later bij D komt men op het bovenblad, waar de uitzetting positief is. Eenzelfde opmerking geldt voor aan de keerlijn rakende adiabaten. Beginnende op het benedenblad, komt men, ze volgende, later op het bovenblad.

§ 10. Voor de samendrukking langs adiabatischen weg, geldt de betrekking:

$$\left(\frac{dp}{dt}\right)_Q = \frac{c_p}{AT\left(\frac{dv}{dt}\right)_p}.$$

Begint de samendrukking bij den druk van 1 atmosfeer bij temperaturen boven 4°, dan is $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p > 0$ en gaat dus de adiabate door isothermen van steeds hoogere temperatuur; zij heeft met de keerlijn geen punt gemeen.

Begint men juist bij de temperatuur der grootste dichtheid, dan heeft de adiabate in het begin een element met de keerlijn en de isotherme gemeen, maar bij hoogeren druk is, daar de temperatuur der grootste dichtheid is afgenomen, $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p > 0$ en gaat dus ook de adiabate naar hoogere isothermen over.

Bij de onderstelling, dat de keerlijn niet bestaat en dat dus de temperatuur der grootste dichtheid standvastig is, zou elke samendrukking, hoe groot ook, van water van 4°, zonder temperatuursverandering, moeten plaats grijpen.

Begint men de samendrukking bij temperaturen beneden 4°, dan kunnen twee gevallen plaats hebben, en wel naar gelang

door het punt, waar men begint een adiabate kan getrokken worden, die de keerlijn naar de zijde der positieve of naar de zijde der negatieve drukkingen raakt. Waar de overgang van het eene naar het andere geval plaats heeft, kunnen wij, daar wij slechts een klein gedeelte der keerlijn bij benadering kennen, niet aangeven. Maar begint men bij temperaturen zeer weinig onder 4°, dan kan men het eerste geval verwachten. Begint men bijv. onder atmosferischen druk water van 3°,5 langs adiabatischen weg samen te drukken, dan neemt eerst de temperatuur af omdat $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p < 0$ is. De adiabate wijkt dan, meer dan de isotherme, die door hetzelfde punt ging, van de keerlijn af. Maar bij voortgezetten druk wordt het raakpunt bereikt, dat evenwel hooger zal liggen, dan het raakpunt der genoemde isotherme. De adiabate is dus langer op het benedenblad gebleven, en alvorens de keerlijn bereikt te hebben onder deze isotherme, die reeds naar het bovenblad was overgegaan, doorgegaan. In het raakpunt met de keerlijn, heeft zij weder een element gemeen met een isotherme van lagere temperatuur. Vandaar af gaat zij op het bovenblad over, wordt $\left(\frac{dv}{dt}\right) > 0$ en neemt dus de temperatuur weder toe.

Daar wij hiervoor zagen, dat het mogelijk is, dat er voor de verlaging van de temperatuur der grootste dichtheid bij toenemenden druk een grens bestaat, die als wij de formule (II) van § 6 nog vertrouwen mochten bij oneindigen druk, gelijk zouden vinden aan 1,9 de temperatuur, waarop bij atmosferischen druk water het meest samendrukbaar is, zouden wij het tweede geval hebben, als wij de adiabate lieten beginnen bij atmosferischen druk beneden die temperatuur. In dat geval n.l. is $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p$ steeds negatief en neemt dus de temperatuur bij samendrukking voortdurend af Bij temperaturen iets boven 1°,9 kan echter ditzelfde plaats hebben. De bijzonderheid, die het eerste geval vertoont, kan dus, altijd in de onderstelling, dat 1°,9 de limietwaarde van de temperatuur der grootste dichtheid is, slechts in de onmiddelijke nabijheid van 4° met zekerheid gewacht worden.

§ 11. De vergelijking (I) van § 5, aldus geschreven:

$$v = \left\{1 - (p-1)\frac{503}{10^7}\right\} - \frac{610,45 + (p-1)\,13,185}{10^7}\,t +$$
$$+ \frac{77,183 + (p-1)\,3,456}{10^7}\,t^2 - \frac{0,3734}{10^7}\,t^3$$

geeft bij standvastige waarde van p het volume onder dien druk als functie van t. Men vindt dan

$$\left(\frac{dv}{dt}\right)_p = -\frac{610,45+(p-1)13,185}{10^7} + \frac{154,366+(p-1)6,912}{10^7}\,t - 1,12t^2.$$

Voor het schijnbaar minimum-volumen in glas, moet $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p = g$ zijn, als g de uitzettingscoëfficiënt van glas onder den druk p is, die echter bij niet al te grooten druk gelijk aan dien onder de atmosferische drukking kan gesteld worden, daar volgens het resultaat van GRASSI de coëfficiënt van samendrukking van glas weinig met de temperatuur verandert.

Stelt men $g = \frac{258}{10^7}$, dan vinden wij dat minimum-volumen onder de gewone drukking bij ongeveer 5°,8, maar onder een drukking gelijk 7 atmosferen bij ongeveer 5°.

Dit resultaat scheen mij, onder afwachting van meer rechtstreeksche methoden, het gemakkelijkst voorloopig te onderzoeken. Daarvoor heb ik den piezometer van OERSTED gebezigd, en bij de gewone drukking en bij 7 atmosferen de temperatuur gezocht, waarbij het water in het glazen reservoir, dat gewoonlijk in den piezometer gebezigd wordt, een schijnbaar minimum-volumen vertoont.

Om de temperatuur gedurende elke proef zoo na mogelijk standvastig te houden, stond de piezometer zelf weder in een vat, waarin het water op dezelfde temperatuur gebracht was, als in den piezometer noodig was. Een thermometer onder en boven in den piezometer diende om door hun standvastigen gelijken stand aan te wijzen of overal dezelfde temperatuur heerschte. Stond het water in het glazen reservoir dan standvastig, dan

werd de stand onder de gewone drukking genoteerd, en na samendrukking, den stand onder de aangewende drukking. Moeite kostte het om den druk bij elke nieuwe temperatuur steeds gelijk te maken. En daar een kleine fout in die drukking een grooten invloed heeft, geef ik de volgende uitkomst ook slechts als een voorloopige.

t.	index van het reservoir bij de gewone drukking.	bij 7 atm.
0,1	102,9	91
2,8	96	83,5
4,1	94	82
5,1	93,2	81,9
5,4	93,1	82
6,1	93,1	82

*)

Een tweede reeks waarnemingen stemde bijna geheel met deze cijfers overeen. En schoon zij niet toelaten scherp aan te geven bij welke *t* het schijnbaar minimum-volumen ligt, kunnen zij toch als een voorloopige bevestiging beschouwd worden, dat de temp. van het minimum-volumen van water onder hoogeren druk lager is dan bij de gewone drukking.

'*s Hage*, Dec. 1876.

---

*) Daar in de formule (I) de waarde voor β gebruikt wordt, die uit waarnemingen van 0^0 tot 4^0 afgeleid is, kan zij niet ver buiten deze grenzen worden toegepast. In overeenstemming met de uitkomst van GRASSI is de grootere samendrukbaarheid bij $2^0,8$ dan bij 0^0 en 4^0.

NOTICE

SUR L'IDENTITÉ DES GENRES

GNATHANACANTHUS Blkr et HOLOXENUS Günth.

PAR

P. BLEEKER.

Je publiai, il y a déjà plus de vingt ans, un type générique, sous le nom de Gnathanacanthus *) que je rapportai alors à la famille des Scorpénoïdes en indiquant sa place naturelle à côté du genre Agriopus. J'en décrivis l'espèce type sur un individu desséché, provenant de Hobarttown, individu bien conservé du reste et qui permit d'en publier en même temps une figure, qu'une confrontation nouvelle avec le modèle me fait reconnaître maintenant encore comme exacte.

Je ne retrouve pas l'espèce, le Gnathanacanthus Goetzeei, dans le Catalogue of Fishes et je n'y trouve pas non plus fait mention du genre.

Tout récemment l'auteur du „Catalogue of Fishes" vient de publier †) la description d'un genre, sous le nom de Holoxenus, qui est sans aucun doute identique avec le genre Gnathanacanthus, mais il semble que l'espèce, le Holoxenus cutaneus, se distingue du Gnathanacanthus Goetzeei par une dorsale à deux épines et à un rayon de moins, ainsi que par l'anale dont

---

*) Verh. Kon. Akad. Wet. 1855. Over eenige visschen van Van Diemensland, p. 20 fig. 1.

†) Remarks on Fishes with descriptions of new species in the British Museum chiefly from southern Seas, Ann. Magaz Nat. Hist. May 1876 p. 393.

la formule est rendue par M. Günther = A. 9 tandis que je la trouve dans le Gnathanacanthus Goetzeei = A. 3/9. Les deux individus observés par M. Günther proviennent de la Terre-de-Diemen (Tasmania) tout comme celui que je décrivis en l'an 1854.

M. Günther croit devoir assigner au genre actuel une place à la fin de la famille des Cirrhitéoïdes, reconnaissant en même temps qu'il forme un passage aux Scorpénoïdes.

Son affinité avec les Cirrhitéoïdes cependant me paraît plus que douteuse. Il n'en présente aucun des caractères essentiels, ni les écailles imbriquées et cycloïdes, ni la position abdominale des ventrales, ni les rayons divisés des nageoires verticales et ventrales, ni même les digitations des pectorales, dont tous les rayons, tout comme ceux des autres nageoires, sont tout simplement indivisés sans être tumefiés ou épaissis ou prolongés au-delà de la membrane. La peau, couverte de granules osseuses sur toute la tête et de petites épines coniques sur toutes les nageoires, ainsi que la non-continuation de la ligne latérale sur la moitié postérieure du tronc, et l'extension de l'orifice branchial jusque sous les mâchoires, me semblent indiquer assez positivement la distance qui sépare le Gnathanacanthus des Cirrhitéoïdes. J'y ajoute encore la physionomie du poisson, qui est si différente de celle des Cirrhitéoïdes, que M. Günther lui-même en dit : „at the first glance the observer is inclined to refer it to the Scorpaenidae or Pediculati."

Aussi, l'illustre auteur aurait rapporté sans doute son Holoxenus aux Scorpénoïdes s'il y avait observé un „bony stay for the praeoperculum." Et en effet, le caractère d'une chaîne sousorbitaire unie ou articulée avec le préopercule a été trouvé constamment jusqu'ici dans tous les Scorpénoïdes, et je dois avouer, que, tout en plaçant le genre Gnathanacanthus dans cette famille, tant en 1854 qu'aussi dans mes derniers travaux sur les Scorpénoïdes, j'avais négligé d'examiner les os sousorbitaires sur le type du genre actuel. — Je viens de réparer cette omission et je trouve sur mon individu du Gnathanacanthus Goetzeei, qu'il repond encore par le dernier caractère aux vrais Scorpénoïdes. La chaîne sousorbitaire y est en effet complète et s'articule avec le préopercule, mais les os sont rudimentaires en ce

sens, qu'ils forment des plaques très-minces, dont le postérieur, de forme oblongue et de presque la longueur de l'orbite, se rétrécit en arrière pour s'y articuler avec le préopercule vers le milieu de la hauteur de son bord postérieur.

Je dois donc révendiquer pour le genre la place que je lui ai assignée primitivement. — Quant aux espèces, elles se distingueraient par les caractères suivants.

I. Dorsale à formule = 12/11 ou 7/5/11. A. 3/9. Pectorales et ventrales n'atteignant pas l'anale.

1. *Gnathanacanthus Goetzeei* Blkr.

II. Dorsale à formule = 10/10 ou 7/3/10. A. 9. Pectorales et ventrales atteignant l'anale.

2. *Gnathanacanthus cutaneus* = Holoxenus cutaneus Günth.

La Haye, Mai 1876.

DESCRIPTION

DE DEUX ESPÈCES INÉDITES DU GENRE

PROCHILUS Klein (AMPHIPRION Bl.Schn.).

PAR

P. BLEEKER.

Prochilus polylepis Blkr. Atl. Ichth. Tab. 401 fig. 6.

Proch. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{2}{7}$ ad $2\frac{2}{5}$ in ejus longitudine, latitudine $2\frac{1}{2}$ ad $2\frac{2}{3}$ in ejus altitudine; capite 4 ad $4\frac{1}{3}$ in longitudine corporis, conspicue altiore quam longo; linea rostro-frontali convexiuscula; oculis diametro $3\frac{1}{2}$ ad 4 in longitudine capitis, plus diametro 1 distantibus; vertice et fronte usque inter oculos squamatis; rostro alepidoto; maxilla superiore sub oculi margine anteriore desinente 3 ad 3 et paulo in longitudine capitis; praeoperculo conspicue denticulato; squamis angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra lineam lateralem in series 63 circ., infra lineam lateralem in series 55 circ. transversas dispositis; squamis serie transversa 28 ad 30 spinam ventralem inter et spinam dorsi anteriorem, 10 vel 11 initium lineae lateralis inter et spinam dorsi primam, 5 vel $4\frac{1}{2}$ apicem curvaturae lineae lateralis inter et vaginam pinnae dorsalis squamosam; pinna dorsali partem spinosam inter et radiosam non vel vix emarginata, parte spinosa parte radiosa vix longiore spinis mediis sequentibus vix longioribus; pectoralibus obtuse rotundatis capite non ad vix brevioribus; ventralibus obtuse rotundatis capite paulo brevioribus; anali radiosa dorsali radiosa vix breviore et vix humiliore; caudali capite breviore postice medio vix emarginata angulis obtusis; colore capite et trunco antice fuscescente- vel roseo-aurantiaco, trunco medio et postice caudaque fusco vel nigricante;

iride fusca margine pupillari aurea; fascia nucho-interoperculari margaritacea antice et postice fusco vel nigro marginata, oculi diametro non latiore sed vulgo graciliore, nucha cum fascia lateris oppositi unita, inferne interoperculo desinente; trunco fascia nulla; pinnis dorsali, pectoralibus et caudali aurantiacis vel roseo-aurantiacis basi profundioribus; ventralibus et anali fuscis, ventralibus dimidio posteriore interdum aurantiacis vel roseo-aurantiacis.

B. 5. D. 10/17 vel 10/18. P. 2/16 vel 2/17. V. 1/5. A. 2/14 vel 2/15. C. 1/14/1 vel 1/15/1 et lat brev.

Hab. Amboina; Nova Guinea (ora septentr.); in mari.

Longitudo 3 speciminum 115''' ad 130'''.

Rem. Le Prochilus polylepis est nettement distinct par les petites écailles, les rangées transversales y étant notablement plus nombreuses que dans aucune des autres espèces connues. Il est du groupe des Prochilus ephippium, melanopus et macrostoma, espèces qui ont en commun un tronc brunâtre ou noirâtre sans bandes, et les écailles frontales descendant jusqu'entre les yeux, mais il se fait reconnaître, outre l'écaillure, par le peu de largeur de la bande nucho-interoperculaire, par la couleur brune ou noire occupant la partie libre de la queue et s'étendant jusque fort en avant sur la partie antérieure du tronc, par son profil convexe, etc.

Prochilus macrostoma Blkr. Atl. Ichth. Tab. 401 fig. 5.

Proch. corpore oblongo compresso, altitudine $2\frac{3}{5}$ circ. in ejus longitudine, latitudine $2\frac{2}{3}$ circ. in ejus altitudine; capite 4 circ. in longitudine corporis, conspicue altiore quam longo; linea rostro-occipitali valde obliqua recta; oculis diametro 4 fere in longitudine capitis, plus diametro 1 distantibus; vertice et fronte usque inter oculos squamatis; rostro alepidoto; maxilla superiore sub oculi parte anteriore desinente, $2\frac{1}{2}$ circ. in longitudine capitis; praeoperculo conspicue denticulato; squamis angulum aperturae branchialis superiorem inter et basin pinnae caudalis supra et infra lineam lateralem in series 50 circ. transversas dispositis; squamis serie transversa 27 vel 28 spinam ventralem inter

et spinam dorsi anteriorem, 9 circ. initium lineae lateralis inter et spinam dorsi primam, 4 vel 3½ apicem curvaturae lineae lateralis inter et vaginam pinnae dorsalis squamosam; pinna dorsali partem spinosam inter et radiosam vix emarginata, parte spinosa parte radiosa paulo longiore spinis mediis sequentibus non vel vix longioribus; pectoralibus obtuse rotundatis capite non vel vix brevioribus; ventralibus obtuse rotundatis capite absque rostro non brevioribus; anali radiosa dorsali radiosa non breviore et paulo tantum humiliore; caudali capite paulo breviore, medio postice vix emarginata, angulis obtuse rotundata; colore capite et trunco antice caudaque postice umbrino- vel roseo-aurantiaco, trunco medio et postice caudaque antice profunde fusco; iride fusca margine pupillari aurea; fascia nucho-interoperculari margaritacea utrinque fusco vel nigricante marginata oculi diametro latiore, nucha cum fascia lateris oppositi unita vel subunita, inferne interoperculi marginem inferiorem attingente; trunco fascia nulla; pinnis dorsali, pectoralibus et caudali roseo- vel flavescente-aurantiacis, ventralibus et anali fuscis vel nigricantibus.

B. 5. D. 10/17 vel 10/18. P. 2/16. V. 1/5. A. 2/14 vel 2/15. C. 1/13/1 et lat. brev.

Hab. Amboina; in mari.

Longitudo speciminis unici 124‴.

Rem. Cette espèce est bien distincte par la combinaison des caractères de l'écaillure, du profil fort oblique et droit, de la longueur de la mâchoire supérieure, de la largeur de la bande nacrée nucho-interoperculaire et de la couleur brune ou noire des ventrales et de l'anale.

L'Amphiprion frenatus Brev. des îles Loo-Choo mérite d'être comparé au macrostoma. A en juger d'après la figure, qui cependant est manifestement incorrecte, le frenatus paraît distinct, ayant le corps notablement moins trapu, la bouche plus petite, la bande nucho-interoperculaire moins large, les ventrales et l'anale roses, etc. M. Gill, qui paraît avoir examiné les individus types du frenatus, n'y trouva que neuf épines dorsales.

La Haye, Juin 1876.

OVER DE OORZAKEN

DER

ABNORMALE VORMEN VAN IN HET DONKER GROEIENDE PLANTEN.

DOOR

N. W. P. RAUWENHOFF.

Reeds lang is het algemeen bekend, dat planten, welke in het duister geplaatst zijn, of zelfs die onvolkomen verlicht worden, niet alleen verbleeken maar tevens merkwaardige veranderingen vertoonen. De oudere handboeken over plantenphysiologie z. a. die V. DECANDOLLE, MEIJEN, TREVIRANUS, geven aan, dat onder die omstandigheden in het algemeen de stengels langer worden en de bladen kleiner blijven dan gewoonlijk. En wie heeft dit verschijnsel niet meermalen met eigen oogen gezien bij de uitloopers, welke de in kelders bewaarde aardappelen in het voorjaar vertoonen?

Bij nader onderzoek blijkt intusschen, dat niet alle planten zich op de bovengenoemde wijze gedragen, wanneer zij in het duister verkeeren. Er zijn er, welker stengels zich niet of weinig buitengewoon verlengen; er zijn andere, wier bladen in het duister weinig in grootte achterblijven bij de gewone in het licht gevormde; ja, sommige bladen worden dan zelfs bovenmatig verlengd. Er zijn bloemen en vruchten, die geheel normaal met even levendige kleuren pronken in het duister als in het licht; andere, welker kelk of bloemdek buitengewoon in de lengte groeit of wel als een gewoon blad klein blijft; in één woord, in het duister schijnt de plantengroei aan geen regelmaat meer gebonden.

De aan den invloed van het licht onttrokken planten vertoonen zulke afwijkende verschijnselen, dat men zou meenen, dat zij niet meer aan de algemeene wetten van den groei onderworpen waren, maar geheel willekeurig, ieder op eigen wijze, de relatieve en absolute grootte harer organen bepaalden.

Deze afwijkende verschijnselen hier uitvoerig te beschrijven, ligt niet in mijn doel. Zij zijn wel bekend, en ik acht het voldoende, den lezer te verwijzen naar het opstel van J. SACHS, getiteld: *Ueber den Einfluss des Tageslichts auf Neubildung und Entfaltung verschiedener Pflanzenorgane*, in Beilage zur *Bot. Zeit.* 1863. De voornaamste hiertoe behoorende feiten zijn daarin onder de hoofdstukken: Entfaltung der etiolirten Laubblätter (Separ. Abdr. pag. 11), Streckung der etiolirten Internodien (pag. 14), Torsion (pag. 16), Entfaltung der Blüthen (pag. 17) beschreven. Onderscheiden dier uitkomsten heb ook ik door eigen ervaring bevestigd gezien.

Daarentegen moet het een en ander gezegd worden over de pogingen tot verklaring der genoemde verschijnselen.

Reeds HALES heeft het vermoeden uitgesproken, dat de in het donker groeiende boonen daarom zoo buitengewoon lang worden, omdat zij langer week en sappig blijven. DECANDOLLE brengt het verschijnsel in verband met de assimilatie. „Daar de plantendeelen, welke meer koolstof vast leggen," zegt hij (*Physiol. végét.*, III, p. 1076), „ook harder en steviger wor„den, wordt aan hare verlenging eerder een grens gesteld." Ook SACHS neigt in zijn bovengenoemd opstel tot dezelfde meening. Hij maakt de juiste opmerking, dat voornamelijk chlorophyllhoudende organen de genoemde vormsveranderingen in het duister vertoonen; en hij gelooft, dat de onderstelling niet verre is, dat het licht deze uitwerking door het chlorophyll zelf zou te weeg brengen, doch op welke wijze dit geschieden zou, kan hij niet zeggen. Want hoewel de functie van chlorophyll, de vorming van zetmeel, bekend was en men wist dat deze verrichting aan de aanwezigheid van eene zekere hoeveelheid licht gebonden is, zoodat het voor de hand lag, om het geheele verschijnsel te beschouwen als een gevolg van storing in den groei (ten gevolge van het ontbreken van de bovengenoemde vorming

van zetmeel en dus van materiaal voor den opbouw der celwanden), zoo kan dit toch alleen van toepassing zijn op de geetioleerde organen die klein blijven. De bovenmatige verlenging van den stengel kan hieruit niet verklaard worden, en evenmin geldt deze voorstelling voor die gevallen, waarin bij gekiemde planten de zaadlobben zelve verbleeken en geheel te gronde gaan, niettegenstaande zij opgevuld zijn met zetmeel en andere voedingsstoffen.

Een opzettelijk onderzoek naar de oorzaken dezer verschijnselen heeft eerst KRAUS in 1869 ingesteld en daarvan verslag gegeven in een uitgewerkt opstel in PRINGSHEIM's *Jahrbücher für wiss. Botanik*, Bd. VII, p. 209—260.

KRAUS komt tot het resultaat, dat het etiolement wel degelijk, gelijk SACHS vermoed had, een gevolg is van eene storing in den groei der organen, teweeggebracht door gebrek aan materiaal of aan kracht om de celwanden te vergrooten; eene storing echter, welke tot nu toe niet opgemerkt kon worden, omdat men eensdeels de noodzakelijkheid van de voeding der bladen door locale assimilatieproducten, en anderendeels de eigenaardige groeiwijze van in sterke spanning verkeerende stengelorganen niet kende.

Het blad namelijk, beweert KRAUS, ontvangt uit den stam slechts zooveel bouwmateriaal, als noodig is om aan het licht te komen, daarna moet het voor zijn eigen voeding zorgen; in de tanden en nabij de nerven, en weldra ook op andere punten, vormt zich door assimilatie zetmeel in het chlorophyll, waardoor de verdere groei van het blad mogelijk wordt. In het duister daarentegen blijven de bladen, uit gebrek aan materiaal, staan op den ontwikkelingstrap, waarop zij uit den knop te voorschijn komen.

Deze verklaring kan echter niet gelden voor de zaadlobben van onderscheiden planten, welke, hoezeer nog geheel met zetmeel of olie gevuld, in het duister ophouden te groeien. Hier schijnt de inwerking van licht noodzakelijk te zijn tot omzetting van het zetmeel in cellulose. Op welke wijze dit echter plaats heeft, of hier aan een onmiddellijken invloed van het licht, dan wel aan de medewerking van andere stoffen of van andere ook van het licht afhankelijke verrichtingen gedacht moet worden, is nog geheel onbekend.

Tegenover deze geringe ontwikkeling der bladachtige organen staat nu het vreemde verschijnsel der bovenmatige verlenging van den stengel in het duister. Ten einde den band te leeren kennen, die beide verschijnselen vereenigt, heeft men hier niet zoozeer op de grootte van den stengel, als op zijn inwendigen bouw te letten. Het blijkt dan dat de stengel, wat zijne anatomische ontwikkeling betreft, evenzoo als de bladen, op een lagen trap is blijven staan. Zoowel met betrekking tot aantal en ontwikkeling der fibrovasaalstrengen als tot aantal en verdikking der elementen van merg en schors, vertoont de uitgegroeide geetioleerde stengel het beeld van een jongen normalen stengel, die in zijne eerste ontwikkeling is gebleven.

Waaraan is nu echter de buitengewone lengte van den geetioleerden plantenstengel toe te schrijven?

Tot verklaring hiervan heeft KRAUS vooreerst onderzocht, of de verlenging een gevolg is van grooter lengte der samenstellende cellen dan wel van een grooter aantal dier cellen. Uit vele metingen (reeds vroeger door SACHS, maar zonder gunstig resultaat, beproefd) is KRAUS gebleken, dat wel de cellen van geëtioleerde internodia gemiddeld altijd veel grooter, bepaaldelijk veel langer zijn dan die van groene planten derzelfde soort, maar dat hieraan niet uitsluitend de verlenging mag toegeschreven worden. Zij is ten deele ook een gevolg van bovenmatige celvermeerdering, hoewel slechts voor een klein deel.

De abnormale verlenging der cellen nu (de buitengewone vermeerdering van haar aantal buiten rekening latende) zou, volgens KRAUS, op de volgende wijze plaats hebben:

In de jonge internodia van den stengel, die pas uit den knop te voorschijn komt, zijn de verschillende weefsels ongelijk van lengte, de peripherische (schors en hout) zijn kleiner, de binnenste (het merg) langer, en beide hebben in onderlingen samenhang alleen dezelfde lengte, omdat de langere weefsels de kortere uitrekken, totdat zij ongeveer dezelfde grootte hebben.

Gedurende de verlenging der internodiën wordt dit verschil niet opgeheven, omdat het merg steeds sneller groeit dan de overige weefsels en hierdoor in de eerste periode het actief zich verlengende gedeelte van het groeiende internodium wordt.

Allengs echter beginnen de elementen van den hout- en bastring de wanden te verdikken, worden steviger en bieden meer weerstand aan het merg, dat ze tracht uit te rekken. Dit laatste nu wordt hierdoor in zijn lengtegroei tegengehouden en door de verminderde elasticiteit der verhoute weefsels als het ware blijvend samengeperst, zoodat ten laatste de groei van hout en bast, en niet die van het merg, de mate van verlenging van het internodium bepaalt.

Nu blijven de geetioleerde stengels hun leven lang in de genoemde eerste periode van groei, de elementen van den fibrovaraalstreng verdikken hunne wanden niet of niet noemenswaard, en behouden dus ook op later leeftijd eene groote mate van elasticiteit. Het merg daarentegen, dat, in tegenstelling met de overige weefsels, in het duister voortdurend blijft groeien, zoo het slechts vocht genoeg ontvangt, verlengt zich aanhoudend en rekt de overige deelen uit, welke hierdoor voortdurend passief verlengd worden. Op deze wijze ontstaat, volgens KRAUS, de bovenmatige verlenging van den stengel in het duister, omdat nu het merg de definitieve grootte van het internodium bepaalt, en dit merg niet alleen zoo lang wordt als het geisoleerd zijnde kan worden, maar door rijker opneming van water zelfs nog grooter lengte bereikt,

Deze voorstelling van KRAUS is, wat den stengel betreft, door latere onderzoekers noch bestreden, noch bevestigd, zoover mij bekend is. Alleenlijk heeft LUDWIG KOCH, *) ten einde de oorzaken van het gaan liggen van het graan te leeren kennen, de veranderingen van groeiende roggestengels bij gedeeltelijke onttrekking van licht nagegaan, en zich aansluitende aan de onderzoekingen van KRAUS, daarmede overeenkomstige uitkomsten verkregen †).

---

*) Abnorme Aenderungen wachsender Pflanzenorgane durch Beschattung. Mit 4 litt. Taf. Berlin. Verslag van WIEGANDT en HEMPEL.

†) Hij geeft zeer duidelijke afbeeldingen van het verschil in dikte der celwanden, bij liggend en krachtig opstaand graan, en bewijst, dat het in den landbouw zoo gevreesde gaan liggen van het koren niet een gevolg is, zoo als men tot dusverre meende, van gebrek aan kiezelzuur in de halmen, maar van te weinig licht onder aan den halm, veroorzaakt door te dichten stand, zoodat voornamelijk het onderste deel van het tweede internodium buigt of doorbreekt, dewijl het te zwak is, om den bovenlast te dragen.

Wat de bladen daarentegen betreft, zoo heeft BATALIN (*Bot. Zeit.* XXIX N°. 40, 6 Oct. 1871) de bovengenoemde voorstelling bestreden.

Vooreerst reeds acht hij het niet ten gunste der theorie van KRAUS (volgens welke geetioleerde bladen niet kunnen groeien, omdat zij niet in staat zijn op de plaats zelve voedsel te assimileeren, in verband waarmede KRAUS dan ook nimmer zetmeel aantrof in geetioleerde bladen), dat zoovele cotyledonen in het duister in het minst niet groeien, en te gronde gaan, niettegenstaande zij, om zoo te zeggen, tot berstens gevuld zijn met zetmeel. KRAUS heeft dit bezwaar zelf gevoeld en daarom ondersteld, dat in die gevallen zetmeel niet in cellulose omgezet kan worden zonder invloed van het licht. Doch zoo men dit aanneemt, is het bezwaar slechts verplaatst, want nu moet er rekenschap gegeven worden van de reden, waarom in die gevallen de vorming van cellulose uit aanwezig zetmeel verhinderd wordt, welke toch in zoovele andere gevallen (b. v. bij de ontwikkeling der bollen en knollen, enz.) wel degelijk in het duister plaats heeft.

Grooter bezwaar intusschen is er, volgens BATALIN, wanneer men let op de veranderingen, welke bladen van Gramineën en andere monocotylen in het duister ondervinden. Deze worden, gelijk bekend is, onder deze omstandigheden aanzienlijk langer dan gewoonlijk, terwijl de breedte somwijlen dezelfde blijft, maar meestal geringer is dan bij in het licht groeiende bladen. Hier zou dus het vermogen om cellulose te vormen in de eene richting aanwezig zijn en in eene daarop loodrechte richting niet, hetgeen men toch wel niet kan aannemen.

Ook strijdt met de gegeven verklaring, dat geëtioleerde kiemplanten in het algemeen eene grootere hoeveelheid cellulose bevatten dan normale van gelijken ouderdom.

BATALIN heeft daarom gezocht naar eene andere oorzaak der genoemde verschijnselen, en hij komt tot het besluit, dat de meeste bladen niet in het duister groeien, omdat onder die omstandigheden geen celdeelingen plaats hebben. De grootte van het blad is namelijk evenredig aan het aantal cellen, en het blad groeit juist zooveel, als het nieuwe cellen voortbrengt. BATALIN tracht deze stelling aldus te bewijzen: De celdeelingen

hebben, zooals bekend is, het best plaats in zwak licht, dat nog niet voldoende is, om chlorophyll te vormen en de assimilatie te doen plaats hebben. Daarom plaatste hij van in het duister ontwikkelde kiemplantjes eenige gedurende korten tijd (1 ½ à 3 uren) in zeer zwak diffuus licht, terwijl hij een ander deel in het donker liet. Bij het eerstgenoemde gedeelte groeiden nu de kiemplantjes regelmatig voort tot de cotyledonen afvielen; de lamina der blaadjes werd 4 tot 7 maal, ja zelfs soms 12 maal grooter dan die der in het donker vertoevende, niettegenstaande die blaadjes geheel geel bleven (overeenkomende met „jaune” der kleurenschaal van CHEVREUIL), zoodat er geen chlorophyll gevormd was, en alleen celvermenigvuldiging mogelijk was geweest.

BATALIN besluit hieruit, dat het chlorophyll geen rol speelt bij de ontwikkeling der bladen, dat zij groeien kunnen ten koste der in het zaad weggelegde voedingsstoffen, en dat eigen assimilatie eerst noodig wordt, wanneer die voedingsstoffen verbruikt zijn; dat echter in het duister de bladen niet voortgroeien, omdat de cellen zich niet deelen kunnen, welke deeling reeds plaats heeft in licht van zoo geringe intensiteit, dat de vorming van chlorophyll, en althans die van zetmeel, daarbij niet geschieden kan.

Het ontstaan van smalle en lange geëtioleerde bladen bij in het duister groeiende Gramineën laat zich, meent BATALIN, ook volgens deze voorstelling verklaren. Wat hij daarvan mededeelt (het voorkomen van biscuitvormige cellen in het palissadenparenchym, welke in de groene bladen gedeeld, in de geëtioleerde niet gedeeld zouden zijn) schijnt mij echter niet overtuigend.

In strijd met deze voorstelling heeft PRANTL onlangs (*Arbeiten der botan. Instituts zu Würzburg*, Heft III, p. 384) door directe metingen aangetoond, dat bij de ontwikkeling van het blad in volslagen duisternis wel degelijk een aantal celdeelingen plaats hebben. Het getal cellen toch in de breedte van het eerste kiemblad van Phaseolus gelegen, bedroeg in het ongekiemde zaad 343, bij de geëtioleerde plant 1375 à 2571, bij de normale, groene plant 1429 à 2273.

Is dus de voorstelling van KRAUS niet boven bedenking verheven, ook die van BATALIN kan niet in alle opzichten den

toets van een nader onderzoek doorstaan. Met betrekking tot deze geheele vraag verkeeren wij in menig punt nog in het onzekere. Ja zelfs, SACHS beweert in de nieuwste uitgaaf van zijn *Lehrbuch der Botanik* (4e Aufl., p. 805 en 807) nog, dat eene volledige verklaring van den verschillenden invloed, welken onderscheiden plantendeelen van het licht ondervinden (eene verklaring, welke aantoont, hoe de organisatie eener plant in ieder bijzonder geval zoo en niet anders gewijzigd moet worden door de trillingen van den ether), voorshands geheel onmogelijk is, zoodat eene samenhangende voorstelling van de afhankelijkheid van den groei van het licht ter nauwernood gegeven kan worden.

Daar ik de juistheid van deze uitspraak erken, vlei ik mij ook niet, het genoemde raadsel te zullen oplossen. Maar men mag aan den anderen kant niet vergeten, dat de verschijnselen van het etiolement, hoe saamgesteld en ingewikkeld ook, wanneer zij eenmaal goed gekend en begrepen zijn, bij uitnemendheid kunnen bijdragen, om ons van eene der belangrijkste verrichtingen der levende plant eene voorstelling te geven. Elk onderzoek, hetwelk een goed geconstateerd feit aanvoert, of de voorgestelde theoriën zuivert of aanvult, kan daarom een bouwsteen zijn voor het later op te trekken gebouw. Uit dien hoofde geloof ik ook de volgende onderzoekingen, al brengen zij de zaak niet tot eene eindbeslissing, aan het oordeel der deskundigen te mogen onderwerpen.

Reeds ettelijke jaren geleden heeft dit onderwerp mijne aandacht getrokken, en gedeeltelijk ter toetsing van de opgaven van SACHS in 1863, gedeeltelijk ten behoeve van een ander onderzoek, heb ik herhaaldelijk planten in het duister gekweekt en de daarbij zich vertoonende verschijnselen nagegaan. Daar mijne uitkomsten overeenkwamen met de door SACHS gegeven beschrijvingen, heb ik het indertijd niet noodig geoordeeld, mijne waarnemingen te publiceeren. Met groote belangstelling begroette ik daarna het bovengenoemd opstel van KRAUS, dat de oorzaken dier verschijnselen tracht op te sporen, en, hoewel zeer daarmede ingenomen, kon ik toch eenigen twijfel aan de juistheid van sommige zijner besluiten niet onderdrukken, zoodat ik mij voornam zijne opgaven nader te toetsen. Van dit onderzoek, door andere bezigheden meer

dan eens afgebroken, geef ik in de volgende bladzijden een kort verslag. Ik beschouw daarbij afzonderlijk den stengel en de bladen.

VORMSVERANDERING VAN DEN STENGEL.

Bij het onderzoek van de afwijkingen, welke de in het duister gegroeide stengel vertoont, heeft men vooral op twee zaken te letten, namelijk op de *bovenmatige verlenging* en op den *loodrechten stand* der internodia.

De bovenmatige verlenging in het duister, schrijft KRAUS, gelijk wij zagen, toe aan bovenmatigen groei van het merg, gepaard met gebrekkige ontwikkeling en geringe wandverdikking der elementen van den vaatbundel. Wat het laatstgenoemde verschijnsel betreft, zoo moet ik KRAUS volkomen gelijk geven. Steeds vond ik bij den geëtioleerden stengel eene afwijking in anatomischen bouw, die aan een meer jeugdigen toestand, dan met de uitwendige grootte overeenkwam, deed denken. Bij *Rosa centifolia*, b. v. heb ik vergelijkender wijze een groenen en een in het duister ontwikkelden tak onderzocht. De eerste had 7 internodia en drie ontwikkelde bladen, de tweede 8 internodia en 5 kleine blaadjes; beide eindigden in een bloemknop, die bij den verbleekten tak meer dan gewoonlijk lang en dun was. Terwijl nu de groene tak eene lengte had van 9 centim., bereikte de andere eene totale lengte van 49 centim., en was zelfs op de dwarse doorsnede nog iets dikker dan de eerste. Daarentegen vertoonde de inwendige bouw eene geheel verschillende ontwikkeling van beiden. Reeds bij geringe vergrooting, zelfs met de loupe, was de geringer dikte van den vaatbundelring in den geëtioleerden tak te herkennen, te gelijk met de grooter uitgebreidheid van schors en merg.

De figuren 1 en 2 kunnen daarvan eene voorstelling geven, maar nog scherper teekent zich het verschil bij meting der genoemde elementen in deze doorsneden van internodiën van gelijken rang. Bij 20malige vergrooting verkreeg ik als gemiddelde uit verschillende metingen in onderscheiden richtingen

de volgende getallen voor de dikte der onderstaande deelen van de as op de dwarse doorsnede:

	Groene tak.	Geëtioleerde tak.
middellijn van den tak. . . .	41.3	47.5
schorsparenchym.	5.5	5.75
vaatbundelring.	5.2	4.5
merg	20	27

uitgedrukt in verdeelingen van den oculair-micrometer.

Gelijk men ziet, zijn hier merg en schors merkelijk dikker, en is daarentegen de vaatbundelkring dunner bij den geëtioleerden tak. Overigens zijn bij Rosa de verschillen, in vergelijking met andere planten, die in het duister gegroeid zijn, betrekkelijk gering. Bij de oudere internodiën van den tak zijn zelfs de vezelen van den bast en van het hout weinig minder verdikt dan bij den normalen groenen tak.

Soortgelijke wijzigingen ziet men ook in de structuur van in het duister gevormde stengels bij gekiemde zaden van *Phaseolus multiflorus*, wanneer men deze kiemplanten vergelijkt met andere derzelfde species, welke zich in het licht ontwikkeld hebben. Niettegenstaande de witte, glanzende stengels der eerstgenoemde die der groene planten ettelijke malen in lengte overtreffen, en ook in dikte voor deze niet onderdoen, zijn zij inwendig veel minder ontwikkeld, en staat bepaaldelijk de houtring in bouw achter bij dien der normale plant. *Phaseolus* is echter reeds zoo dikwijls in bijzonderheden beschreven (o. a. door SACHS in een afzonderlijk opstel), dat het onnoodig schijnt, hierbij nader stil te staan.

Liever gewaag ik van de belangrijke afwijkingen, welke *Fuchsia globosa* in het duister groeiende vertoont. Plaatst men in het voorjaar een exemplaar dezer species in het donker, dan ontwikkelen zich uit de winterknoppen betrekkelijk lange, witte spruiten, welke niet, zoo als de korte, normale uitbottingen der groene plant, uitgroeien in verschillende richtingen, afhankelijk van den stand van knop en tak, maar welke integendeel alle verticaal staan. Men kan somwijlen deze verschijnselen reeds waarnemen bij Fuchsia's, welke in potten gedurende den winter op eene weinig verlichte plaats in de oranjerie bewaard zijn, en aldaar in de eerste warme voorjaarsdagen zijn uitgeloopen.

Bij de planten, welke ik aan de proef onderworpen heb, zag ik deze witte scheuten zich ontwikkelen tot eene lengte van 15 à 18 centim. met gemiddeld vier internodia, waarvan het onderste steeds het langste was. Op de knoopen vormden zich kleine, licht gele blaadjes, niet meer dan hoogstens 2 à 3 millimeters lang. Deze scheuten ontstonden het eerst boven aan de takken der plant. Later, naarmate de eerstgevormde begonnen aftesterven (hetgeen bij elken scheut plaats had van onder naar boven, en door indroogen en bruin worden van het afstervende zichtbaar werd), ontwikkelden zich achtereenvolgens nieuwe loten lager aan de plant of dichter aan de hoofdas, tot dat ten laatste, nadat al het reservevoedsel was opgeteerd, de geheele plant te gronde ging.

Bij vergelijking nu van den anatomischen bouw van den groenen en den geëtioleerden tak van gelijken leeftijd, vindt men belangrijke verschillen. De groene tak bezit (op de dwarse doorsnede gezien) 1°. eene epidermis, 2°. een schorsparenchym van 6 à 7 cellenrijen in radiale richting, van welke cellen de buitenste rij in vorm en grootte veel gelijkt op de opperhuidcellen, terwijl de meer inwendig gelegene allengs grooter worden en slingerende wanden vertoonen. Hierop volgen de fibrovasaalstrengen, tot een geheel gesloten kring vereenigd, met nauw merkbare mergstralen. Uitwendig sluiten de vaatbundels aan het schorsparenchym door eene enkele, herhaaldelijk afgebroken rij van weinig verdikte bastvezelen, waarbinnen kleincellig, dunwandig parenchym en ter nauwernood herkenbare zeefvaten. Het houtlichaam, door eene zeer geringe cambiumlaag omgeven, bestaat uit radiale rijen van vaten en uit tamelijk verdikte houtcellen, 12 à 15 in aantal in de rijen waar de vaten ontbreken. De geheele fibrovasaalstreng is in radiale richting ongeveer van gelijke breedte als het schorsparenchym. Eindelijk, het merg vormt een centralen cylinder van 10 à 14 cellen in de middellijn der dwarse snede, welke cellen naar het centrum allengs grooter worden, zoodat de binnenste de aan den vaatbundel grenzende buitenste mergcellen ruim drie malen in middellijn overtreffen.

Belangrijk hiervan verschillend is nu de structuur van den in het duister gegroeiden, even ouden tak. Deze is dikker op

de dwarse doorsnede, maar niettegenstaande dien grooteren omvang vertoonen meest alle elementen een meer jeugdig karakter. Vooral de houtring is minder ontwikkeld, het aantal houtcellen in radiale richting is kleiner en van de verdikte bastvezelen is nog geen spoor te zien. Opmerkelijk is tevens, dat alle parenchymcellen, bepaaldelijk die van het merg, welke overigens eene buitengewone grootte bereiken, zoo weinig vasten, georganiseerden inhoud bevatten.

De geschetste verschillen blijken overigens voldoende uit de volgende numerische uitkomsten, de gemiddelden van onderscheiden metingen in verschillende richtingen :

	groene tak.	geëtioleerde tak.
dikte van den geheelen tak . . .	1,7 à 1,9 mm.	1,9 à 2,2 mm.
radiale dikte van epidermis en primaire schors.	50	54
aantal cellenrijen in het schorsparenchym in radiale richting.	5—7	6—10
radiale dikte van den fibrovasaalstreng.	38	29
middellijn van het merg	90	140
aantal mergcellen in die middellijn.	10—14	12—15
lengte der mergcellen	13—14	17—24
lengte der schorsparenchymcellen.	26—27	27—42

alles uitgedrukt in verdeelingen van den oculairmicrometer, die eene grootte aanwijzen van 0.0067 mm.

Nog sprekender zijn de verschillen bij twee iets oudere takken, waar de kurkvorming begonnen en een deel der schors afgesnoerd is.

De in het licht gegroeide tak vertoont hier. onder de overblijfselen van de opperhuid en de buitenste schorscellen, een tiental rijen kurkcellen (afwisselend cubische en tafelvormige) (zie fig. 5), door tangentiale deelingen uit moedercellen onmiddellijk onder den afgebroken ring van bastvezelen gevormd, tengevolge waarvan de primaire schors geheel verkurkt, bruin en grootendeels reeds afgevallen is. Binnen den mantel van kurk-

weefsel ziet men enkele rijen van vrij ruime parenchymcellen, afgewisseld met grootendeels reeds saamgevallen zeefvaten en daartusschen hier en daar een enkel zeer wijd kanaal, vermoedelijk met afgescheiden stoffen gevuld. De houtring bestaat uit 15 à 20 radiale rijen van op de dwarssnede vierkante, tamelijk verdikte houtcellen met in sommige reeksen eenige luchtvaten in enkele rij, nabij het merg geplaatst; de houtcellenrijen worden gescheiden door mergstralen ééne cellenrij breed, en weinig in voorkomen van de houtcellen verschillende op de dwarse snede.

De overgang van den mergkoker in het merg wordt gevormd door een aantal kleine, onregelmatig geplaatste cellen met sterk verdikte wanden die samengevloeid zijn, zoodat het geheel het voorkomen heeft van steenachtig collenchym. De mergcellen zelve, naar het centrum in grootte toenemende, hebben weinig verdikte, ter nauwernood gestippelde wanden.

Geheel anders daarentegen is het voorkomen van den geëtioleerden tak (zie fig. 6). Ook hier is ter zelfder plaatse (nam. onmiddellijk onder de enkele bastvezelen) de kurkvorming begonnen en dientengevolge de primaire schors met de epidermis verkurkt en bruin, welke beide hier nog grootendeels aanwezig zijn. De kurklaag zelve bestaat slechts uit 4 à 6 rijen cellen (ook, hoewel minder duidelijk dan bij den in het licht gegroeiden tak, afwisselend cubisch en tafelvormig) en gaat allengs over in het dunwandig gebleven phloëm, dat niet meer dan een paar cellenrijen dik en soms bijna niet te onderscheiden is van het cambium, waaruit het ontsproot. De houtring, gering in radiale dikte, bevat niet meer dan 6 à 7 cellenrijen en een zeer klein aantal vaten, behalve die, welke den mergkoker uitmaken. De houtcellen zelve zijn wijder dan bij den normalen tak, hare wanden echter minder verdikt, hoewel even sterk lichtbrekend. Binnen den mergkoker vindt men eenige cellen, die door tusschenwanden in een aantal kleinere verdeeld schijnen; duidelijk een eerste aanleg tot het bovengenoemde weefsel in het overeenkomstige deel van den normalen tak, waar echter de wandverdikking is achterwege gebleven. Eindelijk, het merg bestaat uit cellen, even groot in aantal als bij den in het licht gegroeiden tak (nam. 10—14 op ééne middellijn), en evenzoo naar het centrum in grootte toenemende, maar de absolute breedte

der geëtioleerde cellen is veel aanzienlijker en hare wanden zijn nog minder verdikt, terwijl daarentegen de absolute lengte der cellen in beide gevallen even groot is.

De gemiddelde uitkomsten der metingen bij deze takken zijn de volgende:

Radiale dikte van:	bij den normalen tak.	bij den geëtioleerden tak.
de doode, verkurkte door kurk afgesnoerde schorslaag.	22	24
de kurklaag	38	15
phloëm.	20	6
xylem	40	22
weefsel tusschen mergkoker en merg.	16	11
geheele dikte van het merg. . . .	70	126

alles uitgedrukt in verdeelingen van den oculair-micrometer.

Uit deze cijfers, zoowel als uit de figuren 3 en 4, blijkt alzoo ten duidelijkste, welke belangrijke wijzigingen de afwezigheid van licht op de verschillende deelen van den Fuchsia-tak teweeg kan brengen. Ontegenzeggelijk verkrijgt het merg hier in het duister eene bovenmatige ontwikkeling; maar uit de vergelijking van de metingen van den jongeren en den ouderen tak schijnt te blijken, dat bij den geëtioleerden de mergcellen eerst meer verlengd worden dan bij den normalen tak, daarna echter hoofdzakelijk in radiale dwarse richting uitgroeien (vermoedelijk omdat dan de verdikking der houtelementen reeds te veel weerstand aanbiedt), zoodat ten laatste het merg bij den geëtioleerden tak bestaat uit een grooter aantal cellen in de richting der as, welke cellen niet langer, maar veel breeder zijn dan de normaal ontwikkelde.

Een ander voorbeeld levert ons *Impatiens tricornis.* Van deze species heb ik jonge kiemplantjes onderzocht, die buiten in de open lucht, en andere even oude, welke onder eene SACHS'sche klok met bichromas kalicus gegroeid waren. De laatsten hadden minder licht en wel uitsluitend dat van de minst breekbare helft van het spectrum ontvangen. Hoewel de jonge blaadjes ook hier nog groen waren, vertoonden zich de afwij-

kende verschijnselen toch reeds hierin, dat de stengeltjes 2 à 3 maal grootere lengte bereikten dan die der normale plantjes en daarentegen veel dunner waren.

Bij de eerstgenoemde was de lengte der hypocotyle as 30 mm. en die van het eerste internodium 1 decim. De dikte der groene stengels was zooveel grooter dan die der in het gele licht gegroeide, dat de buitenomtrek van den houtring der eerste op de dwarse doorsnede een cirkel vormde even groot als de doorsnede van den geheelen stengel der laatste Bij nadere meting der elementen van het hypocotyle lid vond ik bij beide 8 à 9rijen schorscellen tusschen de opperhuid en den ring van zetmeelhoudende cellen om den vaatbundelkring; bij beide evenzoo 13 à 16 mergcellen op de middellijn der dwarse doorsnede. Bij beide eindelijk 4 overkruis staande vaatbundels, die echter bij de groene plant zich meer beginnen te differentieeren. In afmetingen intusschen verschillen de parenchymcellen van beide plantjes aanzienlijk.

Op de *dwarse* doorsnede is namelijk

	bij de normale plant.	bij de in geel licht gegroeide plant.
de grootte der schorscellen. .	23–25 gem. 24	14–21 gem. 17
〃 〃 〃 mergcellen . .	20–30 〃 25	13–22 〃 17

op de *overlangsche* doorsnede:

de grootte der schorscellen. .	21–38 gem. 28	40–87 gem 60
〃 〃 〃 mergcellen . .	25–35 〃 30	42–64 〃 56

waaruit blijkt, dat in het onder de gele lichtstralen gevormde weefsel, zoowel schors- als mergcellen, maar vooral de eerstgenoemde, aanzienlijk langer en dunner zijn geworden.

In het eerste internodium vindt men dezelfde afwijkingen bij beide planten terug; beide hebben over het algemeen dezelfde structuur, maar bij de verlengde plant is alles minder ontwikkeld in dwarse richting. Zoo heeft de epidermis bij de normale plant eene dikte van 4 micrometerverdeelingen, bij de andere van 2; daaronder volgen bij de eerste, 3 rijen collenchymcellen, metende 10—12, bij de andere, 2 à 3 rijen nog niet verdikte cellen metende 5; bij beide vindt men vervolgens de schorsparenchymcellen zeer ongelijk van afmeting, maar bij de groene plant doorgaans

grooter. Beide internodia hebben 10 fibrovasaalstrengen in vorm op elkander gelijkende, maar in grootte en vooral in dikte der wanden geringer bij de verlengde plant. Eindelijk ziet men bij deze laatste 6—8 rijen mergcellen, gezamentlijk 45—70, en bij de groene plant 7—8 rijen, 90—100 verdeelingen metende, terwijl in beide gevallen eene centrale holte gevonden wordt, door atrophie der binnenste mergcellen en door overwegenden peripherischen groei ontstaan.

Op de overlangsche snede is echter het verschil omgekeerd. Hier vindt men bij

	de normale plant.	de in het gele licht ontwikkelde plant.
lengte der mergcellen. .	10–16 gemidd. 13	25– 45 gem. 34
〃 〃 〃 . .	18–25 〃 21	60–100 〃 80.

Zeer merkwaardig zijn ook de veranderingen, door mij waargenomen in den bouw van stengels van *Vicia Faba*, welke aan het licht onttrokken waren. Gekiemde zaden dezer plant, vergelijkenderwijze in het duister en in het licht ontwikkeld, vertoonden niet alleen bij de eerstgenoemden langer en grooter parenchymcellen, ook aantal en vorm der vaatbundels was aanmerkelijk gewijzigd, gelijk een blik op figg. 7 en 8 aanstonds aanwijst. Bij de groene plant bevat de voet van den stengel 15 vaatbundels in een kring geplaatst en 4 daarbuiten, behoorende tot twee bladparen. Het merg is in het midden verscheurd en ontbreekt dus in het centrum Daarentegen heeft de geëtioleerde stengel slechts 6 in een kring geplaatste vaatbundels, elk in tangentiale richting meer uitgerekt en in het merg uitpuilende, welk laatste hier gaaf gebleven is. Deze afwijkende vorm der vaatbundels op de dwarse doorsnede is wellicht een gevolg, eensdeels van de telken male aangetroffen gebrekkige ontwikkeling en verdikking der elementen van den vaatbundel zelven, anderendeels van de bij planten met holle stengels algemeen voorkomende trage ontwikkeling van het merg in betrekking tot den peripherischen groei. Wanneer namelijk hier, tengevolge van de afwezigheid van licht, eensdeels de vaatbundels dunwandig blijven, anderendeels het merg langer vochthoudend en levend is, dan moet, zoodra de eigenaardigheid van den sten-

gel (het op zeker tijdstip hol worden door atrophie van het merg) zich begint te openbaren door geringer groei der mergcellen, eene spanning ontstaan in radiale richting, welke de nog buigzame elementen van den vaatbundel van richting doet veranderen. In dit opzicht zou dus *Vicia Faba* een steun zijn voor de voorstelling van KRAUS aangaande den invloed van het merg. Voor de hoogere internodiën geldt die voorstelling echter niet, want deze zijn hol even als de groene stengels en toch aanzienlijk oververlengd.

Belangrijk zijn ook de wijzigingen in de structuur, welke *Polygonum cuspidatum* in het duister vertoont. Van deze Japansche plant, wier rhizoma, gelijk bekend is, in onze tuinen zeer goed overwintert, werden jeugdige stengels van vollegrondsplanten, die in het voorjaar pas eenige centimeters hoog waren, onder steenen draineerbuizen geplaatst, waarvan naarmate de plant in groei toenam, onderscheidene op elkander gestapeld werden, de bovenste steeds gedekt met een grooten schotel, wiens rand over de buizen heensloot, zoodat steeds eene donkere kamer van voldoende hoogte om de plant werd gevormd. Zij groeiden aldus gelijktijdig met andere stengels uit hetzelfde meerjarige rhizoma op, doch tengevolge van de onttrekking van licht verbleekten de reeds aanwezige internodia geheel en de nieuw gevormde werden 1½ à 2 maal langer dan die der groene stengels, terwijl de blaadjes geel van kleur en zeer klein bleven. Vooral in de breedte waren deze laatste weinig ontwikkeld en met de randen naar achter opgerold.

Nadat de groene en de verbleekte stengels hun vollen wasdom hadden bereikt, werden van beide op verschillende hoogte doorsneden gemaakt en deze microscopisch onderzocht. Al aanstonds trok het de aandacht, dat ook hier weder de vaatbundels der geëtioleerde plant zooveel in ontwikkeling waren achtergebleven, terwijl hun aantal even als de geheele dikte van den stengel in beide gevallen niet zoo bijzonder veel verschilden. Opperhuid en primaire schors toonden op de dwarse doorsnede weinig onderscheid; op de overlangsche snede bleken beider cellen bij den geëtioleerden stengel meer verlengd te zijn. Daarentegen waren de verdikte bastvezelen en de houtcellen wel veel dunwandiger, maar niet meer verlengd dan bij den normalen stengel. De merg-

cellen gedroegen zich als het parenchym der schors: op de dwarse snede ongeveer van gelijke grootte, waren zij in de richting der lengteas meer dan tweemaal zoolang bij den geëtioleerden stengel. Overigens schijnt bij dezen laatsten het hol worden door atrophie van het merg een weinig later aan te vangen, doch daarna even sterk te worden. Althans een geëtioleerd internodium van 2,5 mm. middellijn had nog een nagenoeg gaaf merg; een iets ouder van 5 mm. middellijn vertoonde eene centrale holte ter grootte van ongeveer $^1/_3$ der doorsnede, maar kleiner dan die van een even oud internodium der groene plant; bij de geheel volwassen leden was eindelijk geen merkbaar verschil meer in dit opzicht.

Merkwaardig is nog, dat de bij den groenen stengel, zoowel in de primaire schors als in het dunwandige phloëm en in de meer peripherische mergcellen, in cellen van bepaalden vorm voorkomende *kristalklieren*, bij de geëtioleerde plant geheel ontbreken; een verschijnsel, dat wijst op verschil van scheikundigen aard tusschen beide planten, waarover straks nader.

De uitkomsten der metingen (uitgedrukt in waarden van den oculair-micrometer, daar het hier niet om absolute, maar om relatieve grootheden te doen is), zijn de volgende:

dwarse doorsnede.	groene stengel.	geëtioleerde stengel.
radiale dikte van den geheelen vaatbundel . .	95	55
〃 〃 〃 het dikwandig phloëm . . .	16	8
〃 〃 〃 〃 dunwandig phloëm en cambium	9	12
radiale dikte van het xylem.	55	22
〃 〃 〃 den mergkoker	20	13
grootte der mergcellen.	15.2	15
overlangsche doorsnede.		
gemiddelde lengte der epidermiscellen.	5.5	13.5
〃 〃 〃 schorscellen	12.2	32.4
lengte der dikwandige bastcellen	90	89
〃 〃 houtcellen	88	88
〃 〃 mergcellen	29.5	62

Blijkt hieruit voldoende het boven in eenige woorden beschre-

ven verschil, een blik op de figuren 9 en 10, welke de dwarse doorsnede van een vaatbundel uit den groenen en uit den verbleekten stengel voorstellen, en welke geen verdere verklaring behoeven, geeft aanstonds een beeld van de anatomische wijzigingen door afwezigheid van licht teweeg gebracht.

Ook bij *monocotyle stengels* vertoonen zich dergelijke verschijnselen. Iedereen kent die bij *Asparagus officinalis,* welker in het voorjaar opschietende stengels week en sappig blijven en zich aanzienlijk verlengen, zoolang zij in het duister vertoeven, maar alras groen en houtig worden, wanneer zij aan het licht zijn blootgesteld. Als voorbeeld noem ik verder *Tradescantia zebrina.* Goed gewortelde stekken dezer soort groeiden, in het duister geplaatst, bijna uitsluitend aan het basaalgedeelte der internodiën, gelijk duidelijk bleek daar, waar vooraf op geringe en gelijke afstanden van elkander, puntjes op deze internodia waren geplaatst. Overigens waren de in het duister gevormde gedeelten reeds op den eersten blik te herkennen door de witte kleur en door grooter dikte. Bij vergelijking van de dwarse doorsnede van deze laatste met die der groene stengels, vond ik bij de verbleekte gedeelten vooreerst de opperhuidcellen en de vier à vijf daaronder liggende rijen parenchymcellen met veel dunner wanden; de bij de groene stengels hierop volgende ring van ééne rij verdikte cellen met geel gekleurde, meer verdikte wanden, welke de meest peripherische vaatbundels verbindt, ontbrak geheel. Het aantal vaatbundels was bij beiden gelijk en in getal der elementen evenmin belangrijk verschillende; beide bevatteden gewoonlijk ook slechts 1 à 2 groote spiraalvaten, maar wel was er onderscheid in de stijfheid en dikte zoowel der bast- als der houtelementen. Nog meer in het oogvallend was de grooter stijfheid der celwanden van de mergcellen van den groenen stengel, die blijkbaar meer gespannen waren dan de dikwijls met slingerende wanden voorziene mergcellen van het geëtioleerde internodium.

Wat overigens grootte en aantal der mergcellen betreft, hoewel in beide gevallen groote verschillen tusschen de afmetingen der onderscheiden mergcellen bestonden, daar grootere en kleinere cellen steeds met elkander afwisselden, zoo bleek mij toch uit een aantal metingen, dat gemiddeld zoowel de grootte als

het getal der mergcellen bij de geëtioleerde plant iets grooter was. Ik vond namelijk bij de laatste op de middellijn der snede 22 cellen, gemiddeld ieder 19 verdeelingen van den micrometer groot, en bij den groenen stengel 19 cellen, gemiddeld 17 verdeelingen groot, zoodat de grooter dikte van het verbleekte internodium (30 millimeters tegen 23 mill. bij de groene plant) geheel verklaard wordt uit de afmetingen van het inwendige grondweefsel. Op de overlangsche snede verschillen bedoelde cellen niet noemenswaard in afmetingen.

Bij *Spironema fragrans* komt evenzoo, nadat de plant eenigen tijd in het duister gestaan heeft, eene aanzienlijke verlenging van de as voor, waarbij internodia gevormd worden 4 à 5 maal langer dan de normale. De dikte dezer geëtioleerde internodia is echter geringer dan die der groene stengels.

Eindelijk vind ik nog een merkwaardig voorbeeld van de bedoelde afwijkingen in de ontwikkeling van *Fritillaria imperialis* in het duister.

Langs de noordzijde van een der plantenkassen in den Academischen tuin alhier, bevindt zich eene rij bollen van de genoemde Liliacee, welke in den vollen grond overblijven en elk voorjaar de normale bovenaardsche stengels vormen. Zoodra nu in het vroege voorjaar van 1875 de jeugdige planten eenige centimeters boven den grond kwamen, werden over een paar daarvan twee wijde draineerbuizen op elkander staande, en de een de ander met den kraag omsluitende geplaatst, terwijl de opening van boven gesloten werd met een grooten aarden schotel, waarvan de omgekeerde rand, den bovenrand der draineerbuis omsloot. Hierdoor werd de jonge plant, buiten in den vollen grond blijvende, geplaatst in eene donkere kamer, welke, even als bij *Polygonum* (zie boven blz. 154), naar behoefte, door het op elkander brengen van meer draineerbuizen, willekeurig verhoogd kon worden en voldoende luchtwisseling en vocht aan de plant aanbood, zoodat deze zich gelijktijdig met de naast haar staande kon ontwikkelen. Dat dit werkelijk het geval was geweest, bleek overtuigend, toen den 9den Mei, zoowel de in het duister gegroeide als de daarnevens in het licht ontwikkelde voor nader onderzoek werden afgesneden. Beide waren in vollen bloei; alle organen waren goed ontwikkeld; de

bloemen van normale grootte met goed uitgegroeide meeldraden en stampers. Alleen de kleuren van het bloemdek waren niet zoo levendig, de geheele stengel was langer, de bladen waren minder talrijk en smaller dan bij de plant, die in het volle licht had gestaan.

De afmetingen der geëtioleerde en der daarnevens gegroeide groene plant waren als volgt:

	Groene plant.	Geëtioleerde plant.
dikte van den stengel aan de basis.	2.3 centim.	2.3 centim.
idem van den bloemstengel. . . .	1.1 〃	1.0 〃
lengte van den stengel van den voet tot het eerste blad.	18 〃	29 〃
idem van het eerste tot het bovenste blad.	46 〃	52 〃
idem van den bloemstengel	43 〃	44 〃
dus totale lengte der plant	107 〃	125 〃
lengte van het onderste blad. . . .	16 〃	12 〃
breedte van idem	5 〃	4.5 〃
lengte van een der hoogere bladen .	16 〃	16 〃
breedte van idem	2.5 〃	1.0 〃
lengte der bladen uit de kroon boven de bloemen: grootste blad	13 〃	11 〃
kleinste 〃	7 〃	10 〃
breedte van het grootste 〃	1.5 〃	1.8 〃
〃 〃 〃 kleinste 〃	0.7 〃	1.0 〃
aantal bladen der geheele plant onder de bloemen.	65 〃	35 〃
idem aan de kroon	26 〃	13 〃
aantal bloemen	7 〃	4 〃

Men ziet uit deze cijfers voldoende, dat, al was ook de in het duister ontwikkelde plant iets minder krachtig dan de groene, toch alle organen schijnbaar normaal aanwezig waren, zoodat *Fritillaria* wel een sterk sprekend voorbeeld oplevert, dat licht voor groei en ontplooiing niet noodig is, wanneer de organen, gelijk dit bij bolgewassen in het algemeen het geval is, in knoptoestand aangelegd zijn.

Het anatomisch onderzoek toonde echter ook hier onderscheiden afwijkingen.

Op de dwarse doorsnede der basis van den stengel ziet men een groot aantal kleine vaatbundels, welke tot in het midden van dezen voorkomen (zoodat de stengel niet hol is) en uitwendig gezamenlijk omgeven zijn door een samenhangenden ring van 6—10 lagen kleine verdikte cellen (Schutzscheide, Gefässbündelscheide der Duitschers). Deze ring wordt uitwendig begrensd door een zestal rijen groote ellipsoidische cellen, waartusschen ruime luchtkanalen, terwijl het geheel omgeven is door eene opperhuid met buitenwaarts sterker verdikte wanden.

Deze structuur wordt nu in den geëtioleerden en den groenen stengel beide teruggevonden, maar in den laatstgenoemden bevatten de buitenste cellenlagen chlorophyll, terwijl in het algemeen alle elementen van dezen ook meer verdikte wanden hebben; zoo zijn b. v. hier de cellen van het grondweefsel gestippelde cellen, en in den geëtioleerden stengel niet.

De vaatbundelscheede, bij den groenen stengel uit 8—10 rijen sterk verdikte cellen met stippelkanalen opgebouwd, bevat bij den geëtioleerden slechts 4—6 rijen veel minder verdikte cellen. Hetzelfde karakter keert bij den vaatbundel terug. Hoewel bij beide stengels uit dezelfde elementen bestaande, zijn aantal en verdikking der vaten bij den geëtioleerden geringer. Hierdoor laat zich deze, die hel wit van kleur is, veel gemakkelijker snijden dan de groene stengel.

De opperhuidscellen verschillen bij beide niet noemenswaard; in beide gevallen vindt men groote stomata, spaarzaam verspreid en met zetmeelkorrels gevuld, die zelfs bij den verbleekten stengel nog talrijker en grooter zijn. Evenmin vertoont de overlangsche doorsnede van beide stengels belangrijke verschillen, al zijn ook de parenchymcellen in den geëtioleerden gemiddeld een weinig langer en met minder verdikte wanden. De vaten zijn steeds hoofdzakelijk spiraalvaten.

De opperhuid der bladen bevat bij beide stomata, in aantal en grootte gelijk. Het chlorophyll ontbreekt natuurlijk bij den geëtioleerden stengel, doch het zetmeel niet. De opperhuidscellen zelve zijn bij dezen veel smaller (soms zelfs ter halve breedte) en een weinig langer.

Terwijl de bloemstengel bij beide planten dezelfde structuur vertoont als de bebladerde stengel en tevens gelijksoortige verschillen tusschen den in het licht en den in het duister gegroeiden, vindt men eindelijk ook in den bloemsteel dezelfde type, hoewel eenvoudiger, terug. Het parenchymweefsel onder de opperhuid is bij de normale plant rijkelijk voorzien van chlorophyll, bij de in het duister opgegroeide geheel ongekleurd; daaronder ligt bij beide het analogon van de vaatbundelscheede, bij de verbleekte plant ter nauwernood te onderscheiden van het uitwendige, evenmin verdikte parenchym. Hoewel beide bloemstelen ongeveer dezelfde dikte hebben, is het aantal vaatbundels op de dwarse doorsnede bij den eerstgenoemde 34, bij den ander 25, en daarbij zijn de vaatelementen dan nog veel minder verdikt.

Uit al de boven beschreven voorbeelden mag het besluit worden opgemaakt, dat, waar de plantenstengels in het duister groeien, in het algemeen de verdikking der celwanden in meer of minder mate achterwege blijft of onvolledig is. Dit geldt eigenlijk van alle weefsels van den stengel. Zoo ziet men b. v. een deel van het parenchym der schors in normalen staat collenchym vormen, hetgeen in geëtioleerde planten geheel of gedeeltelijk achterwege blijft, maar het meest komt de bedoelde afwijking uit bij de anders dikwandige elementen van den fibrovasaalstreng. In dezen vindt men meestal de elementairorganen geringer in aantal en minder gedifferentieerd, zoodat het geheel een minder ontwikkeld, een meer jeugdig karakter verkrijgt, hoewel niet volkomen gelijk aan den normalen stengel op jeugdiger leeftijd.

Ik moet dus, op grond mijner onderzoekingen en metingen, KRAUS gelijk geven, waar hij beweert, dat de geëtioleerde stengel anatomisch op een lageren trap staat dan de normale, groene stengel van gelijken ouderdom.

De resultaten van KOCH, ten opzichte van gedeeltelijk aan het licht onttrokken roggestengels zijn evenzoo geheel hiermede in overeenstemming. „Die Beschattung,” zegt hij, „beeinträchtigt

»die Verdickung der Zellen wachsender Stengelorgane," (l. l. pag. 9) en zijne figuren toonen dit verschil ook ten duidelijkste.

Waarin hebben wij nu de oorzaak van dit verschijnsel te zoeken?

Kraus schrijft (l. l. p. 241) het dunwandig blijven der epidermis- en collenchymcellen van geëtioleerde stengels toe aan het ontbreken der chlorophyllkleurstof, aangezien de gele, niet verlichte chlorophyllkorrels niet in staat zijn te assimileeren. De achterwege blijvende verdikking van de elementen der vaatbundels is volgens hem een gevolg van het klein blijven der bladen, dewijl in normalen staat die wandverdikking in den fibrovasaalstreng eerst laat begint, wanneer de nabijgelegen bladen reeds nagenoeg volwassen zijn.

Deze verklaring komt mij echter niet juist voor, want vooreerst blijft ook in het merg van den verbleekten stengel somwijlen de wandverdikking uit (zie b. v. mijne beschrijving van Fuchsia globosa, p. 151), hoewel dit in normalen staat toch geen chlorophyllkleurstof bevat. Kraus gevoelt ook zelf de zwakte van zijn argument, wanneer hij daarbij opmerkt, dat men misschien bezwaar daartegen zal hebben, omdat in het collenchym, juist in den tijd, waarin het zich verdikt en nog geruimen tijd daarna, geen zetmeel in de chlorophyllkorrels kan aangetoond worden, en dan dit bezwaar tracht te ontzenuwen door het onbewezen vermoeden, dat het ontstane zetmeel even snel verbruikt als gevormd zou worden. Ten anderen strijdt hiermede het door mij meermalen verkregen resultaat, dat evenzeer als de mergcellen ook de parenchymcellen der schors en de opperhuidcellen meer dan gewoon ontwikkeld zijn, zoodat ik hier niet zoo zeer aan een ontbreken der voor voeding geschikte stoffen, als aan eene wijziging van het levensproces, ten gevolge van het ontbreken van den prikkel van het licht, zou denken. Wellicht worden dan sommige stoffen niet gevormd, welke voor de wandverdikking der aanwezige cellen noodzakelijk zijn. Doch hieromtrent laat zich vooralsnog niets zekers zeggen. In elk geval kan de afwezigheid van chlorophyllkleurstof niet een algemeene hinderpaal voor de wandverdikking zijn, want hoe ontstaan dan in zoovele wortels en rhizomata de soms aanzienlijk verdikte weef-

sels? Ik kan dus de verklaring van KRAUS niet aannemen, al weet ik ook geen betere daarvoor in de plaats te geven.

Met de beschreven afwijking in anatomischen bouw gaat in vele gevallen gepaard eene *buitengewone lengte van den geëtioleerden stengel.* Waarvan is nu deze het gevolg? KRAUS heeft hiervan, gelijk wij boven zagen, eene verklaring gegeven, welke zeer eenvoudig en rationeel schijnt. Bij zijne vroegere onderzoekingen over weefselspanning (*Bot. Zeit.* 1867) had hij gevonden, dat in groeiende internodia het merg de meer buitenwaarts gelegen gedeelten in ontwikkeling vooruit is, en deze min of meer uitrekt. Aan die uitrekking in de richting der lengteas van het internodium wordt in normalen toestand alras een grens gesteld door de wandverdikking der verschillende elementen van de schors, maar vooral van den vaatbundel, zoodat nu vervolgens het merg in zijn lengtegroei meer of min wordt teruggehouden door den tegenstand der trager groeiende en verdikte cellen van den stengel. Blijft echter, gelijk het anatomisch onderzoek heeft aangetoond, in den geëtioleerden stengel de genoemde wandverdikking achterwege, zoo heeft het merg vrij spel en bereikt nu niet alleen de volle lengte, welke het in den normalen stengel zoude hebben, indien het niet door andere elementen was tegengehouden, maar nog meer dan die lengte, omdat de mergcellen voornamelijk door opneming van water zich verlengen.

Op deze wijze wordt, naar het schijnt, rekenschap gegeven van het bekende feit, dat de mergcellen van den verbleekten stengel eene meer dan gewone lengte hebben, en ook de proeven van SORAUER (*Bot. Zeit.* 1874), volgens welke alleen door opneming van water het merg in lengte zou vermeerderen, zijn daarmede in overeenstemming. KRAUS heeft zich verder afgevraagd, of uit de grooter lengte der mergcellen alleen reeds de verlenging van den geëtioleerden stengel te verklaren is, met andere woorden, of de verlenging van de cellen van het merg in rechte reden staat tot die van den stengel. Uit talrijke metingen heeft hij — gelukkiger dan SACHS, die ten gevolge van de zoo verschillende grootte der cellen van hetzelfde weefsel tot geen zekere uitkomst kon geraken, — gevonden, dat de oververlenging der mergcellen wel grootendeels, maar niet geheel

die van het internodium verklaart, zoodat hij besluit, dat er ook eene buitengewone celvermeerdering moet plaats hebben. Batalin heeft dit bevestigd gezien en ook ik heb dezelfde uitkomsten verkregen, welke ik echter, als gelijkluidend met die mijner voorgangers, onnoodig acht mede te deelen.

Volgens de voorstelling van kraus alzoo is bij de oververlenging van den stengel in het duister het merg het determineerende agens, en hangt die verlenging af van het spanningsverschil tusschen de uit- en inwendige weefsellagen, zooals ook bevestigd wordt door het feit, dat windende en klimmende stengels, bij welke de weefselspanning uiterst gering is, in het duister de normale lengte behouden. Uit die voorstelling volgt verder, dat daar, waar het merg ontbreekt, ook de buitengewone verlenging moet achterwege blijven. Kraus heeft dit niet onderzocht, maar de uitkomsten van koch, met roggeplanten bij verminderde toetreding van licht verkregen, deden mij reeds twijfelen, of de verklaring van kraus ook hier toepasselijk is.

Ik heb daarom opzettelijk van eenige planten met holle stengels den groei in het duister nagegaan. De uitkomsten daarvan zijn boven bl. 151 voor Impatiens, bl 154—156 voor Polygonum cuspidatum, en bl. 147 voor Phaseolus multiflorus opgegeven. In al die gevallen had ook oververlenging van den stengel plaats, en, zooals de metingen van Polygonum aantoonen, hadden niet alleen de weinige nog aanwezige mergcellen, maar vooral de schors- en epidermiscellen bij etiolement eene meer dan dubbele lengte verkregen. Men moet dus de *actieve werking* in deze gevallen niet uitsluitend aan het merg, maar *minstens in dezelfde mate aan de schorscellen toeschrijven.* Alleenlijk kan er misschien in de eerste, jeugdige toestanden van het merg als determineerend agens sprake zijn, op grond van het feit, dat in den geëtioleerden stengel het merg langer levend blijft en dus de centrale holte van den stengel eenigszins later de normale grootte bereikt (zie boven bl. 155). Overigens vertoont zich die buitengewone lengte der schorscellen ook elders, zooals bij Fuchsia globosa (bl. 149) en bij Impatiens tricornis (bl. 152), zoodat ik, in zoo verre er sprake is van een actief en een passief zich verlengend gedeelte van den stengel, niet

alleen het merg, maar het geheele grondweefsel (Grundgewebe van SACHS) als het actieve zou willen beschouwen. Hiermede zijn dan ook in overeenstemming de uitkomsten met monocotyle stengels verkregen, waar, vooral in de gevallen waarin de fibrovasaalstrengen ook in het centrale gedeelte voorkomen, van een eigenlijk merg niet gesproken kan worden. Overigens kan die krachtige groei van het grondweefsel bestaan, òf, zooals gewoonlijk, in eene verlenging van de cellen volgens de asrichting der plant, òf in eene ontwikkeling der cellen rechthoekig op die richting, wanneer namelijk de stengel dikker wordt bij etiolement, zooals bij Tradescantia zebrina het geval is.

Aan het argument van KRAUS, dat de abnormale lengte van den stengel in het duister een gevolg is van bovenmatigen groei van het merg, gepaard met geringe verdikking der elementairorganen van den vaatbundel, sluit zich de voorstelling, dat in geëtioleerde stengels *de spanning* geringer moet zijn dan in normale, zonder echter nul te worden. KRAUS geeft daarvan op bl. 240 zijner verhandeling eenige numerische opgaven, waaruit blijkt, dat die spanning in geëtioleerde organen tot ongeveer de helft der normale grootte en soms tot minder teruggebracht is. In verband daarmede merkt hij op, dat stengels, waarbij in normalen toestand geen spanning aanwezig is, zooals Cucurbita, ook in het duister geen bovenmatige verlenging vertoonen, welk verschijnsel ik voor Ipomaea bevestigd heb gezien.

Overigens heb ik ten opzichte dier spanning niets nieuws medetedeelen, aangezien ik daarover geen opzettelijke proeven heb genomen. Alleenlijk moet ik opmerken, dat mij bij geëtioleerde voorwerpen van Phaseolus, Fuchsia, Rosa, Polygonum, die spanning meermalen duidelijk gebleken is. Bij afstrooping der opperhuid kromde deze zich vaak niet minder dan bij normale planten het geval was. Ter bevestiging dezer uitkomst, zij hier ook herinnerd aan eene belangrijke proef van DUCHARTRE (*Comptes rendus* Tom. LXI p. 442), door HUGO DE VRIES met dezelfde uitkomst herhaald (*Arbeiten d. botan. Instituts zu Würzburg*. III, p. 328), volgens welke de stengel van Dioscorea Batatas in voortdurende duisternis zich niet slingert, maar recht langs de stutten opgroeit tot eene lengte van 1,3 à 1,5

meter. Hier vinden wij alzoo een voorbeeld van zelfs grooter spanning in geëtioleerden dan in normalen toestand.

Famintzin heeft bij zijn onderzoek van de kieming van Lepidium sativum (*Mélanges biologiques. St Pétersbourg.* Tom. VIII) gevonden, dat de wortels van in het duister verkeerende plantjes korter blijven dan die van in het licht groeiende stengeltjes, en wel, naar hij meent, juist zoo veel minder dat de som der lengten van wortel en stengel bij groene en bij geëtioleerde planten van gelijken ouderdom gelijk zou blijven. Dit resultaat zag hij later bevestigd door een groot aantal waarnemingen (*Bot. Zeitung.* 1873, p. 367). Gedurende 7 dagen werden dagelijks van 40 in het licht en van even zoovele in het duister gekiemde zaden de lengte der hypocotyle as en die van den wortel afzonderlijk gemeten. Het gemiddelde van elk veertigtal metingen gaf in die dagen eene uitkomst in bovengenoemden zin. Eerst den achtsten dag weken de sommen aanzienlijk uiteen, omdat bij de in het duister gekiemde planten de groei toen ophield.

Zonder de juistheid der bovengenoemde resultaten, welke overigens door lasareff bevestigd zijn (*Just, botan. Jahresber.* II, p. 775), in het minst te willen betwijfelen, geloof ik echter, dat de bedoelde overeenkomst der sommen (waaraan famintzin gewicht hecht, doch welke hij niet weet te verklaren) voor het onderzoek, dat ons bezig houdt, geen licht kan verspreiden.

Indien zich bij geëtioleerde planten van elken leeftijd de bedoelde betrekking tusschen de lengte van stengel en wortel vertoonde, dan zou dit, ten gevolge van de samengestelde en verschillende wijzen van voeding en groei dier organen, een hoogst belangrijk verschijnsel wezen, hetwelk, zoo het bleek dat de overeenkomst dier sommen niet toevallig maar constant was, wel verdiende nader onderzocht te worden. Die gelijkheid der lengtesommen is echter alleen aangetoond voor de hypotocyle as en den eersten wortel gedurende de eerste levensdagen, dat is gedurende den tijd, waarin beide organen uitsluitend gevoed werden uit de reservestoffen van het zaad. Dit voedsel, afkomstig uit dezelfde bron, werd dan, zoolang de aanwezige voorraad strekte, òf meer bovenwaarts naar de hypocotyle as òf meer

benedenwaarts naar den wortel gevoerd; en wel, in grooter hoeveelheid naar de hypocotyle as, wanneer de vertragende werking van het licht op den lengtegroei van deze ontbrak. Er bleef in dat geval minder voor de behoeften van den wortel over. Hierin is, geloof ik, het geheim van de door FAMINTZIN gevonden overeenkomst gelegen.

In de tweede plaats heb ik als eene eigenschap van geëtioleerde stengels genoemd *hun loodrechten stand.* Terwijl van de in het vrije levende planten sommige de stengels en takken opwaarts gericht hebben, andere daarentegen ze schuin, waterpas, ja zelfs naar beneden hangende dragen, zijn de in het duister ontwikkelde spruiten nagenoeg alle recht op staande, en wanneer zij in andere richting gegroeid in het donker gebracht worden, dan buigen zich de jonge, nog groeiende gedeelten alras verticaal. Dit is uit vele onderzoekingen van verschillende proefnemers eenstemmig gebleken. Men heeft ook somwijlen zonder opzettelijke proefnemingen de gelegenheid om het verschijnsel zeer fraai te zien. Wanneer men in het voorjaar de oranjeriën en koude kassen der botanische tuinen bezoekt, ten tijde dat hun inhoud naar buiten wordt gebracht, dan vindt men onder de achterste voorwerpen allicht uitnemende voorbeelden van geëtioleerde stengels. Mij heeft meermalen het vreemde voorkomen getroffen van groote Fuchsia's en andere, welker knoppen, in welke richting zij ook zich bevonden, alle tot loodrechte witte scheuten van 3 à 4 internodia waren uitgegroeid, toen zij uit hunne ongunstige winterbewaarplaats werden te voorschijn gehaald.

Bij de in het licht groeiende planten heeft men de oorzaken van de richting, waarin zij zich verlengen, gezocht in de zwaartekracht en in het licht. Reeds KNIGHT heeft in het begin dezer eeuw door zijne bekende rotatieproeven het direct bewijs van den invloed der zwaartekracht trachten te geven. Later hebben HOFMEISTER, SACHS, WIGAND en anderen den invloed van beide agentia nader aangewezen. Zoowel het licht als de zwaartekracht hebben het vermogen de groeiende plantendeelen van richting te doen veranderen; de eerste werking wordt heliotropisme, de andere geotropisme genoemd; beide kunnen zoowel negatief als positief zijn en de definitieve richting van een

groeienden stengel wordt bepaald door de resultante van beide genoemde werkingen.

De naaste oorzaak der buigingen of krommingen der stengels, welke door HOFMEISTER gezocht werd in eene grootere rekbaarheid van de celwanden der opperhuid aan de convexe zijde, is, volgens de onderzoekingen van SACHS, een sterker groei aan die zijde.

Terwijl alzoo bij groene planten de richting bepaald wordt door samenwerking van verschillende oorzaken (waarbij zich nog in sommige gevallen de doorbuiging door belasting voegt), is het verschijnsel bij geëtioleerde planten eenvoudiger, want één der factoren, namelijk de werking van het licht, ontbreekt. Alleen het geotropisme blijft over, bij wortels positief, bij stengels negatief werkende. Men ziet dit reeds bij planten, die in geel licht, b. v. in dat, hetwelk door eene oplossing van bichromas kalicus doorgelaten wordt, zich ontwikkelen, want aan deze lichtstralen ontbreekt het heliotropisch vermogen. De loodrechte groei der in het duister verkeerende stengels is dus een onmiddellijk gevolg van negatief geotropisme.

Vraagt men ten slotte, waaraan dan nu de beschreven verandering van den stengel in het duister is toeteschrijven, zoo antwoord ik, dat ik mij de zaak aldus voorstel:

Bij afwezigheid van heliotropisme kan het geotropisme zijn geheelen invloed op de ontwikkeling van den stengel doen gelden. Deze zal dus, gelijk wij zoo even zagen, ongehinderd naar boven groeien en de in andere richting aangelegde knoppen zullen door diezelfde oorzaak alras naar boven gebogen worden.

Groei, dat is celdeeling en celvergrooting, is niet aan de aanwezigheid van licht gebonden. Dit proces kan even goed in het duister plaats hebben, zoo slechts het materiaal voor den groei beschikbaar is. Dit leeren ons tal van verschijnselen in het plantenrijk, zooals de aanleg van nieuwe wortels en van stengelknoppen bij rhizomata, het ontstaan van stomata en van haren (waarbij ook vele celdeelingen plaats hebben) in het binnenste van vele organen, alwaar het licht nagenoeg geen toegang heeft; de celdeelingen der Algen in het duister, welke zelfs bij

voorkeur of uitsluitend des nachts geschieden, enz. Doch geen sprekender bewijs dan de ontwikkeling van *Fritillaria,* boven bl. 157 geschetst, waarbij stengels, bladen en bloemen geheel in het donker werden gevormd.

De lengtegroei van den stengel in het duister, als gevolg van celvermenigvuldiging zoowel als van celgroei, laat zich dus zeer goed rijmen met onze tegenwoordige voorstellingen. Ja zelfs, die lengtegroei moet, volgens deze voorstelling, in vele gevallen bevorderd worden door duisternis.

Want 1°. heeft het licht een vertragenden invloed op den groei, zooals door SACHS is aangetoond (*Arbeiten d. bot. Instituts zu Würzburg.* II), welke invloed in korten tijd duidelijk wordt, wanneer men slechts in de opvolgende gedeelten van een etmaal de intensiteit van den groei onder overigens gelijke omstandigheden, bepaaldelijk bij gelijke temperaturen en vochtigheid, nauwkeurig meet. Men vindt dan, ten gevolge der natuurlijke afwisseling van dag en nacht, een periodisch op- en neergaan der groeisnelheid, met een maximum even vóór zonsopgang en een minimum kort na den middag. Eene voortdurende duisternis zal dus, ceteris paribus, een grooter intensiteit van den groei, d. i. in casu eene meer aanzienlijke verlenging van den stengel in denzelfden tijd veroorzaken.

2°. Is het heliotropisme zelf eigenlijk eene den groei vertragende werking van het licht. De buiging toch van het plantendeel naar het licht wordt teweeggebracht, omdat de naar het licht gekeerde zijde minder snel groeit dan de daarvan afgewende zijde. Alzijdige duisternis, of licht zonder heliotropische werking, waarbij die buiging ontbreekt, moet dus eene relatief grooter strekking of verlenging van den stengel tengevolge hebben.

Het laatste wordt op treffende wijze bewezen door mijne boven bl. 151 medegedeelde proef met *Impatiens,* die, onder eene klok met bichromas kalicus geplaatst waardoor alleen lichtstralen zonder heliotropische werking worden doorgelaten, rechtop groeide en oververlengd werd, niettegenstaande zij groen bleef.

De reden, waarom de eene stengel veel meer verlengd wordt in het duister dan de andere, zou ik vooral zoeken in de verschillende grootte der spanning, welke bij onderscheiden plan-

ten, zoowel ten opzichte der celwanden zelve als der weefsels onderling wordt aangetroffen. Hiervoor pleit vooreerst, zooals ik KRAUS gaarne toegeef, dat de bovenmatige verlenging nul of uiterst gering is in geëtioleerden staat bij die planten, waarbij geen of weinig spanning der membranen wordt aangetroffen. Ten anderen geloof ik te mogen wijzen op de merkwaardige uitkomsten van TRAUBE met anorganische of zoogenaamd kunstmatige cellen. (*Archiv. für Anat. u. Physiol.* 1867, p. 87; latere proeven in *Bot. Zeit.* 1875, N°. 4 en 5) Wel moet men hier uiterst voorzichtig zijn in het maken van gevolgtrekkingen, omdat er een fundamenteel verschil is tusschen de vorming van den wand en de wijze van groei bij anorganische en bij plantencellen, zoodat ik ook de toepassing, door TRAUBE zelf gemaakt tot verklaring van den groei der gekiemde boon, niet geheel kan onderschrijven. Maar tusschen beide cellen vind ik toch met REINKE (*Bot. Zeit* 1875, p, 425) deze overeenkomst, dat voor beider groei eene sterke turgescentie noodzakelijk is, dat deze turgor ontstaat door krachtige endosmotische opneming van water door de tusschenruimten der wanden, en dat de vergrooting van deze wanden in beide gevallen geschiedt door opneming van nieuwe deeltjes tusschen de reeds bestaande, nadat de onderlinge afstand van deze laatste door de drukking van het celvocht vergroot is geworden. In zooverre kan wellicht de studie dier anorganische cellen eenig licht werpen op hetgeen bij den groei van den in het duister verkeerenden stengel geschiedt. De proeven van SORAUER (*Bot. Zeit.* 1873, p. 145) hebben geleerd, hoezeer de opneming van water en de daardoor vermeerderde turgor den groei bevordert; en de zwaartekracht werkt bij de verlenging der cellen van TRAUBE in gelijken zin als het geotropisme bij den plantenstengel.

Vervolgens wordt eene meer dan gewone verlenging van den stengel in het duister mogelijk gemaakt door de omstandigheid, dat de lengtegroei niet verhinderd wordt door sterke wandverdikking van de elementen van den vaatbundel, welke de dunwandige deelen in hunne ontwikkeling zouden terughouden, en evenmin door spoedig ve bruik van het aanwezige materiaal tot verdikkingslagen van bestaande celwanden. Want noch het een, noch het ander heeft in het duister plaats.

Waarom echter bij den geëtioleerden stengel meer cellen ontstaan dan bij den groenen, blijft voor mij nog onverklaard, tenzij men onderstelle, dat de celdeeling bij voorkeur in het duister geschiedt en aanneme, dat de verlengde afwezigheid van licht voor dit proces ruimer gelegenheid geeft.

Evenmin durf ik te zeggen, welke de ware oorzaak is van het achterlijk blijven van den vaatbundel. Wij hebben hier, naar ik meen, te doen met een pathologisch verschijnsel, waarvan wij de ware oorzaak nog niet kennen, dat wij nog niet uit bekende gegevens kunnen afleiden. Er zijn hierbij vermoedelijk nog andere factoren in het spel. Zoo schijnen in den geëtioleerden stengel ook sommige, voor de normale levensfunctiën der plant noodige stoffen te ontbreken, welke alleen in het licht gevormd worden. Op dit vermoeden, ook reeds door PRANTL geuit, kom ik bij bespreking van de wijzigingen der bladen terug.

VORMSVERANDERING DER BLADEN.

Gelijk uit het boven bl. 142 en volg. gegeven overzicht blijkt, zijn de verklaringen, door KRAUS en door BATALIN gegeven van de afwijkingen welke geëtioleerde bladen vertoonen, niet gelijkluidend. De voorstelling van KRAUS komt in hoofdzaak hierop neder, dat het geëtioleerde blad blijft in knoptoestand, omdat het niet in de gelegenheid is zelf te assimileeren; die van BATALIN, dat het blad klein blijft, omdat in het duister geen celdeelinlingen plaats hebben. Tegen de voorstelling van KRAUS heeft echter BATALIN gegronde bezwaren ingebracht, terwijl de denkwijze van dezen weder door de directe metingen van PRANTL weerlegd is. Wat hebben wij nu hiervan te denken? Aan welke oorzaken hebben wij de zoo verschillende ontwikkeling der geëtioleerde bladen toeteschrijven?

Vooreerst wat de *bladen van Gramineëen* en andere Monocotylen betreft, welke in het duister lang en smal worden, deze schijnen mij toe, van de afwezigheid van licht gelijke gevolgen te ondervinden als de stengels. Reeds de richting, waarin deze

bladen groeien, nagenoeg loodrecht, doet onderstellen, dat het negatief geotropisme hierop van invloed zal wezen. Deze werking treedt, even als bij de stengels, meer op den voorgrond, wanneer door de ontwikkeling in het duister de buigende invloed van het licht ontbreekt. En dat deze bladen sterk positief heliotropisch zijn, leert de waarneming van SACHS (*Lehrb. d. Bot.*, 4e Aufl., p. 808), dat zij bij eenzijdige verlichting zelfs asymmetrisch worden.

In overeenstemming hiermede is de anatomische structuur van het blad, die aan de boven- en ondervlakte dezelfde is, en bij de geëtioleerde slechts eene geringe wandverdikking in de elementen der vaatbundels doet zien. Men vindt bij deze geëtioleerde bladen meestal de verhouding van lengte en breedte veranderd, d. i., òf zij zijn (bij Graminëen) bovenmatig verlengd met normale breedte, òf (zooals bij *Fritillaria*) de breedte is ter nauwernood de helft der normale, wanneer de lengte ongeveer met die der groene bladen overeenkomt. Bij *Fritillaria* bleken mij bij meting de opperhuidcellen ongeveer half zoo breed en een weinig langer te zijn dan bij normale bladen, terwijl de stomacellen noch in grootte, noch in aantal verschilden en hoewel zonder groene kleurstof, in ruime mate met zetmeel gevuld waren. Ik geloof dan ook de veranderingen der genoemde bladen te mogen aansluiten aan die der stengels. De voorstelling van KRAUS, dat spanningsverschil in overlangsche en dwarse richting hier de determineerende oorzaak zou wezen, acht ik met BATALIN onjuist.

2°. Hetzelfde geldt van de *bladstelen* van vele planten, die in het duister evenzoo eene meer dan gewone lengte bereiken. Bij onderscheiden planten komt dit voor. Eene bebladerde plant van *Primula chinensis* b. v. in het donker geplaatst, bleef ettelijke dagen onveranderd wat de bladen, ook de niet geheel volwassene, betrof. Deze groeiden niet meer; daarentegen werden de bladstelen aanzienlijk langer en bereikten eene lengte van 15 à 20 centimeters. Allengs begonnen de oudere bladen, daarna de jongere te verbleeken, te verdorren, om ten laatste af te vallen. Inmiddels vormden zich dicht bij den top der as nieuwe geëtioleerde bladen met eene zeer kleine lamina van hoogstens 2 à 3 centim. middellijn en met zeer lange stelen.

Pelargonium zonale in het duister levende, vertoont hetzelfde verschijnsel. De onder deze omstandigheden gevormde kleine blaadjes hadden zeer lange stelen, welker parenchymcellen bij meting bleken langer te zijn dan de overeenkomstige cellen in den groenen bladsteel. De houtcellen waren evenzoo minder verdikt en de vaatbundels zelve stonden geisoleerd en vormden geen houtring, zooals bij normale bladstelen.

Een derde voorbeeld leverde mij *Polygonum bistorta*. Uit rhizomata, die in water geplaatst waren, ontwikkelden zich bladen, zoowel in de open lucht als in een donkeren hoek eener op het Noorden liggende kamer. De afmetingen van beide bladen waren echter zeer verschillend, zooals uit de volgende cijfers blijkt:

	groen.	geëtioleerd.
lengte van blad en bladsteel. .	8,0 eentim.	18,0 centim.
idem van bladschijf	6,0 〃	4,5 〃
dus lengte van den bladsteel .	2,0 〃	13,5 〃
breedte der bladschijf	2,0 〃	0,7 〃

Eindelijk heb ik van *Rosa centifolia* nog eene belangrijke bijzonderheid medetedeelen.

Twee krachtige planten werden in het voorjaar, de eene in het licht, de andere in het duister geplaatst. Beide ontwikkelden nieuwe loten, de laatstgenoemde, zooals men weet uit het boven aangaande den stengel gezegde (zie bl. 146), wit en veel langer dan die der andere. Beide loten droegen bladen. De groene tak, in een bloemknop uitloopende, had drie ontwikkelde bladen, welke van den voet van den bladsteel tot den top van het eindblaadje gemiddeld 10 centim. lang waren. Dit laatste had eene lengte van 3,8 centim., bij eene breedte van 3,0 centim., zoodat de bladsteel in het geheel 6,2 centim. lang was.

De geëtioleerde tak, evenzoo in een bloemknop eindigende (die buitengewoon lang en dun was), had vijf kleine rudimentaire blaadjes gevormd, waarvan het grootste foliolum slechts 1,7 centim. lang en 1,0 centim. breed was, doch waarvan de stelen, veel meer opwaarts gericht dan bij de normale plant, eene lengte van 8,5 cent. en daarboven bereikten.

In den groenen bladsteel kwamen dicht bij den top drie vaatbundels voor, nagenoeg even groot op de dwarse doorsnede; in den geëtioleerden bladsteel waren evenzoo drie vaatbundels gevormd, maar, behalve de gewone geringer wandverdikking der verlengde cellen aan allen gemeen, was de middelste vaatbundel op de dwarse doorsnede eenige malen grooter dan de beide zijdelingsche, zoodat de doorsnede van den bladsteel een geheel ander voorkomen had. Op oudere gedeelten van den bladsteel vond ik 5 of soms 6 vaatbundels in beide gevallen, maar steeds was de middelste of centrale vaatbundel bij den geëtioleerden scheut relatief grooter dan de anderen.

Terwijl ik dit feit constateer, weet ik echter geene verklaring van het verschijnsel te geven, of zou ook dit weder een gevolg zijn van de neiging der geëtioleerde organen om opwaarts te groeien? Zou ook hier het negatief geotropisme in het spel zijn, en den groei der centrale deelen bevorderen ten koste der zijdelings geplaatste, evenals wel de asorganen zich verlengen maar niet de bladen? Zou dit verschijnsel vergeleken kunnen worden met het zooeven besproken smaller worden der monocotyle bladen? In dat geval zouden ook de bladstelen èn door vermeerderden lengtegroei, èn door meer verticale richting, èn door achterblijven van de wandverdikking en gebrekkige ontwikkeling van zijdelings geplaatste deelen zich aansluiten aan de stengelorganen.

In de derde plaats komen hier in aanmerking *de bladen der Dicotylen met netsgewijze vertakte aderen*, welke in duisternis in het algemeen klein en onontwikkeld blijven. Hier is het uiterst moeilijk, om eenigermate rekenschap te geven van de verschijnselen, die zich voordoen. Mag men onderstellen, dat hier eene polaire tegenstelling is met de stengelorganen en de opwaarts groeiende bladen? dat het licht, hetwelk overal elders den groei vertraagt, hier juist het tegenovergestelde zal doen en den groei bevorderen? Dit laat zich bezwaarlijk aannemen, en wordt ook onmiddellijk weerlegd door het heliotropismus der bladeren, dat bij verreweg de meesten positief is. Trouwens, dat hebben ook noch KRAUS noch BATALIN beweerd, integendeel BATALIN (l. l. p. 681) bevestigt eene vroegere waarneming van SACHS, dat zeer sterk licht voor den groei van vele bladen na-

deelig is, daar zij onder die omstandigheden kleiner blijven dan bij minder sterk, diffuus licht.

De verklaring wordt dus elders gezocht. KRAUS meent die daarin te vinden, dat de bladen alleen zoover in het duister zouden groeien, als zij noodig hebben, om uit den knoptoestand te geraken. Na dien tijd zijn zij bestemd om zelf door middel van het chlorophyll te assimileeren en zetmeel te vormen. Hij toont de afwezigheid van zetmeel in geetioleerde bladen aan en besluit nu, dat de laatstgenoemde in den knoptoestand blijven, en zich zelf niet kunnende voeden, alras moeten ophouden te groeien en sterven. Zoo eenvoudig is echter het verschijnsel niet. Niemand ontkent, dat aan in het duister geplaatste bladen het vermogen om te assimileeren ontnomen is, en dat men daarin geen zetmeel aantreft, behalve in de stomacellen en in eene cellenrij om de vaatbundels. Ik heb dit bij mijne proeven ook steeds bevestigd gevonden. Maar hiermede is de zaak niet verklaard. Want vooreerst is de onderstelling niet juist, dat het blad, na verlating van den knoptoestand, geheel zich zelf moet voeden. Hiertegen strijdt de algemeen bekende ervaring, dat bij meest alle bladen, wanneer zij van de plant, die ze voortbracht, gescheiden zijn, het vermogen ontbreekt, om verder te groeien, ook wanneer zij ruimschoots het noodige vocht en anorganisch zoowel als organisch voedsel kunnen ontvangen. Eene opzettelijke proef voor eenige jaren door mij genomen, leert dit ook ten duidelijkste.

In den zomer van 1867 heb ik bij verschillende, krachtig groeiende, in den vollen grond staande planten, nl. bij *Acer Negundo*, *Bignonia Catalpa*, *Robinia Pseudo-Acacia*, *Rhus typhinum*, *Dahlia variabilis*, *Gleditschia triacanthos*, meer of min diepe insnijdingen in den bladsteel (doorgaans tot op het midden van dezen) gemaakt, soms op onderscheiden plaatsen aan dezelfde plant of aan denzelfden algemeenen bladsteel, en vervolgens de aldus gewonde plantendeelen aan de plant aan zich zelve overgelaten.

In den regel groeiden zij door, maar vertoonden merkwaardige afwijkingen, zoo als de thans voor mij liggende, na volledigen wasdom geplukte en gedroogde voorwerpen nog kunnen bewijzen. Naar mate eensdeels de snede dieper, anderendeels

het getroffen blad jonger was geweest, waren uit den aard der zaak de afwijkingen meer in het oog loopend, maar in het algemeen was de uitkomst (ook reeds door DONDERS vroeger verkregen) dezelfde, namelijk deze, dat het blad of het foliolum, hoewel zelf geheel ongeschonden, in zijne ontwikkeling meer of min gestoord wordt, zoodra de toevoer van voedsel door den bladsteel meer of min belemmerd wordt. Één voorbeeld slechts ter toelichting. Een folium pinnatum van *Rhus typhinum*, in zijn geheel lang 18 centim., werd den 21sten Augustus links onder het onderste foliolum en rechts en links onder het derde paar foliola (van onder af gerekend) ingesneden Toen het blad geheel volwassen werd afgeplukt, had het eene totale lengte van 42 centim., en terwijl de 7 bovenste paren van foliola met het eindblaadje zich normaal ontwikkeld hadden, was er afwijking bij de 4 overige paren foliola. Het onderste linker foliolum en het 3e paar foliola, alle drie onmiddellijk boven de gemaakte insnijding gelegen, hadden slechts $^2/_3$ der normale grootte bereikt. Het 2e linker foliolum, en het 4e paar hadden eene grootte, welke het midden hield tusschen die van het 3e en het 5e jaar, bij welk laatste, dat de normale grootte had, de invloed der insnijding dus niet meer merkbaar was. Daarentegen hadden de twee onderste rechter foliola (vooral het 2e) eene meer dan normale grootte bereikt. Zij waren de grootste van alle blaadjes van het gevinde blad. Hieruit blijkt dus, hoezeer een reeds uit den knoptoestand getreden blad nog voedsel behoeft uit den bladsteel, en in zijne ontwikkeling van de mate daarvan afhankelijk is.

Nu vermeldt wel KRAUS eene proef met een blad van *Vitis vinifera*, dat hij halverwege met bladtin bedekte, en waarbij hij bespeurde, dat het blad alleen in de aan het licht blootgestelde gedeelten zetmeel gevormd en in grootte toegenomen had, zoodat het asymmetrisch geworden was. Doch, zonder in het minst de nauwkeurigheid dier proef (welke mij intusschen niet gelukt is) te betwijfelen, stel ik daartegenover het in den tuinbouw wel bekende feit, dat men op rijpende vruchten, b. v. perziken, verschillende figuren en naamcijfers kan aanbrengen, door ze met gedeeltelijk uitgesneden ondoorschijnende voorwerpen, z. a. dik papier, te bedekken. Hier wordt,

door onttrekking van licht, plaatselijk verbleeking teweeg gebracht evenals bij het blad van *Vitis vinifera*, maar zonder dat de groei daarom ophoudt, want de aldus behandelde vruchten zijn niet scheef of misvormd, gelijk bij onderstelling van plaatselijken stilstand in den groei het gevolg moest zijn.

Om op het blad terug te komen: uit het feit, dat het blad in het licht assimileert en zetmeel vormt, mag men niet afleiden, dat het al zijn voedsel zelf bereiden en op eigen kosten teren kan. Trouwens niet alleen de bovenvermelde proeven, maar de talrijke analysen van bladen van verschillenden leeftijd leeren dit ten duidelijkste. Men behoeft slechts, om van oudere onderzoekingen niet te spreken, de resultaten der analysen van beukenbladen gedurende hun groei, door ZÖLLER uitgevoerd (*Landw. Versuchsst.* VI. 231) en door RISSMÜLLER later bevestigd en uitgebreid (ibid XVII. 17), in te zien, om de overtuiging te verkrijgen, dat het blad gedurende zijn geheele leven stoffen opneemt en verwerkt en stoffen teruggeeft aan de asorganen, zoodat het eigenlijk zelfs niet afgescheiden van de overige deelen der plant gedacht kan worden, indien het zijne levensfunctiën vervullen zal.

In de tweede plaats valt tegen de verklaring van KRAUS in te brengen, dat het geëtioleerde blad een geheel ander voorwerp is dan een blaadje in knoptoestand. Het in het duister ontstane blad is over het algemeen klein, hoewel nog al wat verschillend in omvang bij verschillende planten; maar steeds is het ettelijke malen grooter dan het uit den knop komende blaadje derzelfde species. Zoo men b. v. bij *Fuchsia*, *Pelargonium*, *Phaseolus* beide vergelijkt, zal men daarvan de duilijke bewijzen vinden. Bij *Begonia glabra* bereikte het geëtioleerde blad zelfs eene oppervlakte van 6 à 10 vierkante centimeters.

Ook de plooiing of oprolling in den knoptoestand aanwezig, komt niet meer voor in het verbleekte blad, al doen somwijlen de omgerolde randen van het blad nog aan dien toestand denken.

Geen sprekender bewijs echter van het genoemde verschil dan de anatomische structuur van het geëtioleerde blad. De verschillende weefsels zijn duidelijk gedifferentieerd, veel meer dan bij het blaadje in den knop. Er is ook een grooter aan-

tal cellen in het verbleekte blad, zooals PRANTL (*Arbeiten d. bot. Instituts zu Würzburg* III. p. 384) door opzettelijke metingen bij *Phaseolus vulgaris* heeft uitgemaakt. De verklaring van BATALIN, dat het geëtioleerde blad niet zou groeien, omdat er geene celdeelingen zouden kunnen ontstaan — eene verklaring reeds aanstonds onwaarschijnlijk, omdat er zoovele voorbeelden zijn in het plantenrijk van celdeelingen in het duister (zie boven bl. 167) — is daardoor dus onmiddellijk wederlegd. Vergeleken met de structuur van het groene blad vertoont die van het geëtioleerde echter eenige belangrijke afwijkingen. Behalve de betrekkelijk geringe ontwikkeling der vaatbundels, vindt men vooral het sponsparenchym gewijzigd. Terwijl de opperhuid in beide gevallen goed ontwikkeld is (al moge ook de absolute grootte der opperhuidscellen een weinig verschillen), en evenzoo het palissadenparenchym, hoewel beroofd van chlorophyll, in groei niet is achtergebleven, ziet men in de onderste helft van het blad, in plaats van het welbekende sponsparenchym, een weefsel van dicht aaneensluitende cellen, welke soms ter nauwernood van het palissadenparenchym te onderscheiden zijn. Die cellen hebben zich niet verlengd, noch hebben er splijtingen der aangrenzende wanden plaats gehad, zoodat de luchtholten en luchtkanalen ontbreken. KRAUS, die hierop ook reeds met een woord heeft gewezen (l. l. p. 231), schrijft aan dit achterlijk blijven van het sponsparenchym terecht het verschijnsel toe, dat de randen der geëtioleerde bladen zich gewoonlijk naar achteren krullen. Volgens hem ontwikkelt zich in den normalen staat het sponsparenchym veel vroeger dan het palissadenparenchym, op grond dat, als de blaadjes uit den knop komen, zij aanvankelijk overeind staan met de ondervlakte naar buiten gekeerd, welke dan het eerst onder den invloed van het licht de groene kleurstof en vervolgens zetmeel vormt. Indien dit juist is, en ik vind geen reden om hieraan te twijfelen, dan volgt daaruit echter een nieuw argument tegen de stelling van KRAUS, dat het geëtioleerde blad in de periode van den knoptoestand zou zijn gebleven, want, zoo als ik steeds gevonden heb in overeenstemming met KRAUS, is bij het geëtioleerde blad het palissadenparenchym wel, het sponsparenchym niet ontwikkeld.

door onttrekking van licht, plaatselijk verbleeking teweeg gebracht evenals bij het blad van *Vitis vinifera*, maar zonder dat de groei daarom ophoudt, want de aldus behandelde vruchten zijn niet scheef of misvormd, gelijk bij onderstelling van plaatselijken stilstand in den groei het gevolg moest zijn.

Om op het blad terug te komen: uit het feit, dat het blad in het licht assimileert en zetmeel vormt, mag men niet afleiden, dat het al zijn voedsel zelf bereiden en op eigen kosten teren kan. Trouwens niet alleen de bovenvermelde proeven, maar de talrijke analysen van bladen van verschillenden leeftijd leeren dit ten duidelijkste. Men behoeft slechts, om van oudere onderzoekingen niet te spreken, de resultaten der analysen van beukenbladen gedurende hun groei, door ZÖLLER uitgevoerd (*Landw. Versuchsst.* VI. 231) en door RISSMÜLLER later bevestigd en uitgebreid (ibid XVII. 17), in te zien, om de overtuiging te verkrijgen, dat het blad gedurende zijn geheele leven stoffen opneemt en verwerkt en stoffen teruggeeft aan de asorganen, zoodat het eigenlijk zelfs niet afgescheiden van de overige deelen der plant gedacht kan worden, indien het zijne levensfunctiën vervullen zal.

In de tweede plaats valt tegen de verklaring van KRAUS in te brengen, dat het geëtioleerde blad een geheel ander voorwerp is dan een blaadje in knoptoestand. Het in het duister ontstane blad is over het algemeen klein, hoewel nog al wat verschillend in omvang bij verschillende planten; maar steeds is het ettelijke malen grooter dan het uit den knop komende blaadje derzelfde species. Zoo men b. v. bij *Fuchsia*, *Pelargonium*, *Phaseolus* beide vergelijkt, zal men daarvan de duidelijke bewijzen vinden. Bij *Begonia glabra* bereikte het geëtioleerde blad zelfs eene oppervlakte van 6 à 10 vierkante centimeters.

Ook de plooiing of oprolling in den knoptoestand aanwezig, komt niet meer voor in het verbleekte blad, al doen somwijlen de omgerolde randen van het blad nog aan dien toestand denken.

Geen sprekender bewijs echter van het genoemde verschil dan de anatomische structuur van het geëtioleerde blad. De verschillende weefsels zijn duidelijk gedifferentieerd, veel meer dan bij het blaadje in den knop. Er is ook een grooter aan-

tal cellen in het verbleekte blad, zooals PRANTL (*Arbeiten d. bot. Instituts zu Würzburg* III. p. 384) door opzettelijke metingen bij *Phaseolus vulgaris* heeft uitgemaakt. De verklaring van BATALIN, dat het geëtioleerde blad niet zou groeien, omdat er geene celdeelingen zouden kunnen ontstaan — eene verklaring reeds aanstonds onwaarschijnlijk, omdat er zoovele voorbeelden zijn in het plantenrijk van celdeelingen in het duister (zie boven bl. 167) — is daardoor dus onmiddellijk wederlegd. Vergeleken met de structuur van het groene blad vertoont die van het geëtioleerde echter eenige belangrijke afwijkingen. Behalve de betrekkelijk geringe ontwikkeling der vaatbundels, vindt men vooral het sponsparenchym gewijzigd. Terwijl de opperhuid in beide gevallen goed ontwikkeld is (al moge ook de absolute grootte der opperhuidscellen een weinig verschillen), en evenzoo het palissadenparenchym, hoewel beroofd van chlorophyll, in groei niet is achtergebleven, ziet men in de onderste helft van het blad, in plaats van het welbekende sponsparenchym, een weefsel van dicht aaneensluitende cellen, welke soms ter nauwernood van het palissadenparenchym te onderscheiden zijn. Die cellen hebben zich niet verlengd, noch hebben er splijtingen der aangrenzende wanden plaats gehad, zoodat de luchtholten en luchtkanalen ontbreken. KRAUS, die hierop ook reeds met een woord heeft gewezen (l. l. p. 231), schrijft aan dit achterlijk blijven van het sponsparenchym terecht het verschijnsel toe, dat de randen der geëtioleerde bladen zich gewoonlijk naar achteren krullen. Volgens hem ontwikkelt zich in den normalen staat het sponsparenchym veel vroeger dan het palissadenparenchym, op grond dat, als de blaadjes uit den knop komen, zij aanvankelijk overeind staan met de ondervlakte naar buiten gekeerd, welke dan het eerst onder den invloed van het licht de groene kleurstof en vervolgens zetmeel vormt. Indien dit juist is, en ik vind geen reden om hieraan te twijfelen, dan volgt daaruit echter een nieuw argument tegen de stelling van KRAUS, dat het geëtioleerde blad in de periode van den knoptoestand zou zijn gebleven, want, zoo als ik steeds gevonden heb in overeenstemming met KRAUS, is bij het geëtioleerde blad het palissadenparenchym wel, het sponsparenchym niet ontwikkeld.

Over het algemeen schijnen in het duister vooral die bladen klein te blijven, waarin zich eene duidelijke tegenstelling tusschen de boven- en onderhelft (door de aanwezigheid van het bovengenoemde palissaden- en sponsparenchym) doet zien. Dit geldt van de meeste bladen der dicotylen. Bij monocotylen, waar tusschen boven- en onderhelft geen of weinig verschil bestaat, bereiken zij over het algemeen eene betrekkelijk grooter ontwikkeling. Bij sommige dicotylen, zooals *Begonia glabra*, welker bladen onder en boven nagenoeg gelijk gebouwd zijn, is hetzelfde het geval. Misschien is het niet al te gewaagd, om bij laatstgenoemde plant te denken aan een overwegenden invloed van de opperhuid. Immers FAMINTZIN heeft onlangs (*Beitrag zur Keimblattlehre im Pflanzenreich, Mémoires de l'Acad. imp. d. sc. de St. Pétersbourg.* VIIe Sér. XIII. p. 26) aangetoond, dat de groote, waterheldere en chlorophyllvrije cellen, waaruit de hoofdmassa van het blad bestaat, ontstaan zijn door tangentiale deelingen der opperhuidcellen en niet, zooals PFITZER meende, uit de cellenlaag onder de epidermis. Is het nu juist, dat de 1e en 6e van FAMINTZIN's Initialschichten de genoemde cellen vormen, dan is wellicht de epidermis (welke in den regel in geëtioleerde plantendeelen goed ontwikkeld, met stomata en zelfs met zetmeel voorzien is) bij het Begonia-blad de naaste oorzaak van den betrekkelijk grooten groei in het duister.

Zoo men vraagt, welke de ware oorzaak van het klein blijven der bladen is, moet ik op die vraag vooralsnog het antwoord schuldig blijven, want eene juiste en volledige verklaring van het verschijnsel is mij niet bekend, en ik geloof ook niet, dat zij tegenwoordig gegeven kan worden, omdat de tijd daartoe nog niet gekomen is, of, anders gezegd, omdat nog vele punten te onderzoeken zijn, welke aan zoodanige verklaring moeten voorafgaan, zooals ik boven (bl. 145) in mijne verhandeling nader betoogd heb. Vraagt men echter, in welke richting men vooral te zoeken hebbe met de vermoedelijke kans, om de gewenschte verklaring naderbij te komen, dan is er, geloof ik, wel reeds eenige vingerwijzing te geven. Het geëtioleerde blad is, mijns inziens, een pathologisch verschijnsel ontstaan deels, gelijk reeds door SACHS is opgemerkt, uit het ontbreken der assimilatie, welke tot de normale functiën van

het blad behoort, maar deels ook uit andere oorzaken, die op den groei van invloed zijn. Hierbij is minstens even goed op de chemische als op de physische zijde van het vraagstuk te letten.

De proef van BATALIN, boven bl. 144 vermeld, waarbij hij plantjes 1½ à 3 uren daags in zeer zwak licht bracht en daarop de blaadjes grooter zag worden, verdient hier de aandacht. Dat licht was onvoldoende om chlorophyllkleurstof te vormen, want er was geen spoor van groen worden bij de cotyledonen en stengeltjes waar te nemen; zij waren even bleek als die, welke in het duister gebleven waren. Er kan dus ook geen assimilatie onder die omstandigheden plaats gehad hebben. Maar niettegenstaande dit, groeiden de blaadjes dezer gedurende korten tijd aan eenig licht blootgestelde planten veel sneller en langer dan de andere en bereikten dientengevolge veel aanzienlijker grootte. Vermoedelijk zijn hier scheikundige stoffen ontstaan, voor den groei der bladen noodig en voor welker vorming licht een vereischte was, licht echter van zoo geringe intensiteit, dat het niet in staat was om chlorophyll te vormen en dus nog minder om assimilatie te doen plaats hebben.

Dit, stel ik mij voor, is ook de vermoedelijke oorzaak van het te gronde gaan van zoovele kiemplanten in het duister, niettegenstaande de cotyledonen of het albumen nog opgevuld zijn met voedingsstoffen. KRAUS meent, dat in deze gevallen in het duister het vermogen ontbreekt, om uit het aanwezige zetmeel cellulose te vormen. Ik zou het liever in het algemeen aldus uitdrukken, dat een pathologische toestand is ontstaan, omdat sommige chemische processen voor den normalen groei noodig, welke bij toetreding van zwak licht reeds plaats hebben maar toch altijd eenige medewerking van het licht eischen, achterwege gebleven of gewijzigd zijn.

Met die scheikundige wijzigingen door afwezigheid van licht veroorzaakt, zijn wij nog onvolledig bekend. Men weet, dat de groene kleurstof verbleekt en verdwijnt, dat het aanwezige zetmeel vermindert en niet meer op nieuw gevormd wordt, in één woord, dat er geen assimilatie plaats vindt, maar er zijn nog veel meer andere processen, die hier van invloed zijn. Wij zullen dus in de eerste plaats te onderzoeken hebben, welke

in de normale plant aanwezige scheikundige stoffen, in de geëtioleerde van gelijken leeftijd ontbreken of gewijzigd zijn. Misschien komen er ook verbindingen in deze laatste voor, die men in de groene plant niet aantreft. Iedereen weet, dat de verbleekte plantendeelen, welke als voedsel genuttigd worden, andijvie, salade, aspergie, in hardheid niet alleen, maar ook in scherpte en bitterheid van smaak aanzienlijk verschillen van de gelijksoortige groene voorwerpen. Er is dus duidelijk een scheikundig verschil tusschen beide. Maar vergelijkende onderzoekingen omtrent den aard van dit verschil en de hoeveelheid en soort der stoffen in beide gevallen, zijn mij niet bekend.

Daarentegen hebben wij eenige belangrijke gegevens voor de vergelijking der scheikundige veranderingen in kiemende zaden in het duister en in het licht. Vooreerst de schoone onderzoekingen van PFEFFER (PRINGSHEIM, *Jahrb. f. wiss. Bot.* VIII, p. 557) over asparagine. Deze stikstofhoudende stof, reeds in 1805 door VAUQUELIN en ROBIQUET in de gewone aspergiën gevonden, wordt, volgens de eenstemmige getuigenis van verschillende onderzoekers, in onderscheiden zaden, vooral duidelijk in *Lupinus luteus*, bij de kieming gevormd uit de aanwezige eiwitstoffen. Bij deze omzetting, die zoowel in als buiten het licht kan geschieden, wordt zuurstof opgenomen en komen koolstof en waterstof vrij (l. l. p. 555). Wanneer nu de kiemplantjes in het duister blijven, hoopt zich de hoeveelheid asparagine op, zelfs tot $^1/_5$ der drooge stof, volgens SCHULZE en UMLAUFT (*Landw. Versuchst.* XVIII. 1). Daarentegen, wanneer de planten in het licht verkeeren en beginnen te assimileeren, ziet men allengs de asparagine verdwijnen. Deze invloed van het licht, door sommigen betwijfeld maar door BOUSSINGAULT reeds aangeduid en door PFEFFER gehandhaafd *), schijnt hierin te bestaan, dat door de vorming van koolhydraten bij assimilatie de asparagine weder geregenereerd wordt tot eiwitstoffen, welke de grondstof van het protoplasma zullen uitmaken. Bij

---

*) Waarover het bovenaangehaalde onderzoek van PFEFFER p. 557 en volg. en het pas verschenen werk van ROBERT SACHSSE, *Die Chemie und Physiologie der Farbstoffe, Kohlenhydrate und Proteïnsubstanzen*, p. 246—256 na te lezen zijn.

Lupinus en andere zaden, die betrekkelijk weinig koolhydraten bevatten, is echter geen voldoende hoeveelheid aanwezig, om behalve het verlies door ademhaling in het duister, de voor die regeneratie noodige hoeveelheid suiker te leveren. Hierom verdwijnt de asparagine niet.

Alzoo de afwezigheid van licht heeft ten gevolge dat asparagine, welke waarschijnlijk het middel is om aan de nieuwe deelen der normale plant eiwitstoffen te verschaffen, deze rol niet kan vervullen, zoodat ook de vorming van protoplasma belemmerd moet worden.

Als eene andere belangrijke bijdrage noem ik (meer dan noemen kan ik hier niet, om niet al te wijdloopig te worden) het onderzoek van RUDOLF WEBER over de opneming van aschbestanddeelen door gekiemde erwten in verschillend gekleurd licht en in het duister (*Landw. Versuchsst.* XVIII. 18). Deze opneming bleek evenzoo van licht afhankelijk te zijn als de koolzuurontleding in groene planten, en het verschil openbaarde zich niet alleen in de totale hoeveelheid onverbrandbare stoffen, maar vooral ook in den aard van deze. Zoo werd onder invloed der helle, minder breekbare lichtstralen veel meer phosphorzuur opgenomen, geheel in harmonie met de aanzienlijke vorming van proteïnestoffen onder die omstandigheden, en onder invloed der sterker breekbare, donkerblauwe stralen en nog sterker in de duisternis werd daarentegen de opneming van kali en kalk betrekkelijk overwegend. Kali en vooral kalk zijn nu, gelijk door ZÖLLER bekend gemaakte onderzoekingen leeren (*Regensburger Flora*, 1867 p. 509), vooral de anorganische stoffen, welke in betrekking staan tot de vorming van cellulose. Elke celwand bevat daarvan eene zekere hoeveelheid in de asch, en ruime toevoer dezer stoffen bevordert den celgroei, zooals directe proeven met Mäisplanten hebben aangetoond.

Dat het scheikundig proces in de geëtioleerde plant aanzienlijk gewijzigd wordt, heeft verder onlangs E. SCHULZE, in Zürich, ten opzichte van de zwavel bewezen (*Landw. Versuchsst.* XIX. p. 172). Terwijl, zooals bekend is, groene planten het vermogen hebben om zwavelzure zouten te reduceeren ten behoeve der zwavelhoudende eiwitstoffen, vond SCHULZE dat, bij in het duister ontwikkelde planten van *Lupinus luteus* het gehalte

aan zwavelzuur toenam gelijktijdig met de ontleding der proteïnestoffen. De analyse gaf hem op 100 deelen drooge stof:

in het ongekiemde zaad.	0.385	pCt.	zwavelzuur
in de kiemplanten 12 dagen oud .	1.510	〃	〃
〃 〃 〃 15 〃 〃 .	1.703	〃	〃

Terwijl alzoo de eiwitstoffen zich omzetten in asparagine onder uittreding van koolstof en waterstof, wordt haar zwavel geoxydeerd tot zwavelzuur.

Een ander feit, dat wellicht tot eenige gevolgtrekking kan aanleiding geven, is het door mij gevonden geheel ontbreken der kristalklieren in de cellen van de geëtioleerde planten van *Polygonum cuspidatum* (zie boven bl. 155), welke kristalklieren daarentegen in de groene plant zoo rijkelijk worden aangetroffen De oxalzure kalk namelijk, waaruit deze kristallen bestaan, is volgens de onderzoekingen van HOLZNER (*Flora*. 1867, p. 497 en 513), van HILGERS (PRINGHEIM's *Jahrb. f. wiss. Bot.* VI, p. 285) en anderen te beschouwen als een afscheidingsproduct, waardoor de voor het leven overvloedige en onnutte kalk in onoplosbaren staat wordt vastgelegd. Die kalk komt vrij bij de ontleding van opgenomen phosphorzuren kalk ten behoeve van het noodige phosphorzuur voor de nieuw zich vormende eiwitstoffen. Het zuringzuur, eene algemeen in de groene planten voorkomende stof, ontstaat vermoedelijk, hetzij bij de reductie van het opgenomen koolzuur, hetzij, volgens sommigen, door splitsing van het geassimileerde plantensap tijdens de vorming van protoplasma. In elk geval, dit zuur treedt vrij algemeen in de onmiddellijke nabijheid van groeiende organen op en de bekende kristallen van oxalas calcicus worden dan ook eerst kleiner, later grooter in tamelijk jeugdige plantendeelen aangetroffen.

Hun geheel ontbreken in de geëtioleerde plant wijst alzoo 1°. op gestoorde opneming of reductie van phosphorzuren kalk, geheel in harmonie met de bovengenoemde proeven van WEBER en met de uitkomsten van PFEFFER, dat in het duister asparagine niet tot eiwitstof geregenereerd wordt; 2°. al naar mate men de eene of de andere voorstelling aangaande de vorming

van zuringzuur aankleeft, òf op het ontbreken der assimilatie door reductie van koolzuur van elders bekend, òf op eene verandering in samenstelling van het geassimileerde sap, tengevolge van gewijzigde chemische processen.

Eindelijk, ten opzichte van looizuur heb ik voor een ander onderzoek zeer nauwkeurig de punten van overeenkomst en verschil tusschen gelijksoortige geëtioleerde en groene planten nagegaan. Het looizuur, dat bij de kieming ontstaat (in het ongekiemde zaad ontbreekt het), vindt men in den regel zoowel in verbleekte als in groene planten. Voor zijne vorming schijnt dus het licht niet noodig te zijn, maar toch vindt men wel eenig verschil ook in dit opzicht tusschen al of niet aan den prikkel van het licht blootgestelde planten. Over het algemeen is in geëtioleerde organen de hoeveelheid geringer, de verspreiding minder regelmatig en de reactie, vooral met dubbel chroomzure kali, eenigszins anders. Zoo bevat het groene blad van *Polygonum bistorta* looizuur in de meeste parenchymcellen en in de elementen van den vaatbundel, het geëtioleerde blad alleen in den vaatbundel. Zoo vond ik bij den geëtioleerden tak van *Rosa centifolia* het aantal looizuurhoudende cellen der schors veel geringer dan bij den groenen, en bovendien het looizuur gedeeltelijk in anderen vorm voorkomende. Evenzoo was het bij *Vicia Faba.*

Naardien men ten opzichte der wording en functie van het looizuur in de plant nog nagenoeg geheel in het onzeker verkeert, laten zich uit de genoemde verschillen voor het oogenblik nog geen gevolgtrekkingen afleiden voor de vraag, die ons bezig houdt, maar het feit, dat het looizuur, hetwelk zoo algemeen in de onmiddellijke nabijheid van groeiende of krachtig levende organen voorkomt, bij zijne vorming onafhankelijk van het licht schijnt te zijn, of althans hierdoor slechts in geringe mate (misschien secundair) wordt gewijzigd, verdient vermelding.

De bovengenoemde feiten, al doen zij hier of daar eenig verband zien, zijn echter bij lange na niet voldoende om eenige verklaring te geven van de verschijnselen van het etiolement. Zij zijn niet meer dan bouwsteenen, voor het oogenblik los en

ongeordend naast elkander liggende, maar die later hunne plaats zullen vinden en gebruikt worden, wanneer er materiaal genoeg is aangevoerd en de bouwmeester gekomen is om het gebouw op te trekken.

Ik heb mij dan ook niet voorgesteld, zoo als reeds in den aanhef is gezegd, om het vraagstuk tot oplossing te brengen, maar om de voorstellingen aangaande de oorzaken van de veranderingen, door onttrekking van het licht in de planten ontstaan, te zuiveren, de leemten onzer kennis aan te toonen en te wijzen op de richting, waarin men naar mijn inzien te zoeken heeft, om eenig nader licht over het voor ons nog duistere proces te doen opgaan.

Vatten wij kortelijk de uitkomsten samen, waartoe dit onderzoek geleid heeft, dan komt dit hierop neder:

1°. De voorstelling van KRAUS, volgens welke de buitengewone verlenging der stengels in het duister een gevolg is van bovenmatigen groei van het merg, gepaard met gebrekkige ontwikkeling en geringe wandverdikking der elementen van den vaatbundel, is juist, wat het laatste gedeelte betreft. Bij *Rosa*, *Phaseolus*, *Fuchsia*, *Impatiens*, *Vicia*, *Polygonum*, *Tradescantia*, *Fritillaria* heb ik dit door opzettelijke cultuur en talrijke vergelijkende metingen bewezen.

Het anatomisch verschil tusschen groene en geëtioleerde stengels vertoont zich vooral in geringe verdikking der wanden van epidermis en van hout- en bastcellen der laatstgenoemde, in aantal en radiale afmeting der vaatbundels en hunner elementen, in het ontbreken der vaatbundelscheede bij monocotylen, en daartegenover in de groote ontwikkeling van het merg.

2°. Ten onrechte schrijft KRAUS het dunwandig blijven van epidermis en collenchym toe aan de afwezigheid van chlorophyll-kleurstof, want ook de mergcellen zijn dikwijls dunwandig, hoewel zij geene groene kleurstof bezitten, en evenmin rijmt daarmede, dat de parenchymcellen der schors en de epidermis meermalen eene buitengewone grootte bereiken.

3°. De bovenmatige verlenging van den stengel in het duister is niet, gelijk KRAUS wil, uitsluitend aan den overwegen-

den invloed van het merg toe te schrijven, maar de actieve werking in deze moet aan het geheele grondweefsel (schors zoowel als merg) toegekend worden, want

a. vertoonen ook holle stengels die buitengewone verlenging (*Polygonum*, *Phaseolus*, *Impatiens*);

b. is dikwijls ook de schors bovenmatig verlengd bij aanwezigheid van het merg (*Fuchsia*).

4o. De krachtiger groei van het grondweefsel, vooral van het merg, kan ook eene buitengewone vergrooting loodrecht op de as der plant (eene vermeerderde dikte van den stengel) teweeg brengen, waar de lengtegroei minder sterk schijnt te zijn (*Fuchsia*, *Tradescantia*).

5°. De door FAMINTZIN vermeende afhankelijkheid der lengte van stengel en wortel van elkander is niet gerechtvaardigd. Zij is alleen voor de hypocotyle as en den primairen wortel gevonden in de eerste dagen der kieming, wanneer beide moeten putten uit denzelfden beperkten voorraad en dus met elkander deelen moeten. Zoodra de assimilatie begint, houdt die betrekking op.

6°. De loodrechte stand der geëtioleerde stengels is een gevolg van het ontbreken van één der factoren, die de richting der groeiende plantendeelen bepalen, namelijk van het heliotropismus. Planten, die groeien in lichtstralen van geringe breekbaarheid, welke de buigende kracht missen, nemen dezelfde richting aan, ook al blijven zij groen (*Impatiens*).

7°. De afwijkingen van den stengel in het duister zijn alzoo te beschouwen als een gevolg van negatief geotropismus, niet gehinderd of gewijzigd door heliotropismus en bevorderd door geringe verdikking der celwanden.

Want:

a. groei, d. i. celdeeling en celvergrooting, is niet aan de aanwezigheid van licht gebonden, maar geschiedt integendeel dikwijls bij voorkeur in het duister.

b. negatief geotropismus doet den groeienden stengel zich opwaarts verlengen.

c. heliotropismus vertraagt den groei, omdat de buiging een gevolg is van geringeren lengtegroei aan de naar het licht gekeerde zijde.

d. de geringe verdikking der celwanden van den vaatbundel stelt aan de verlenging der groeiende parenchymcellen door negatief geotropismus geen hinderpaal in den weg.

8°. De oorzaak van de verschillende mate van buitengewonen lengtegroei in het duister bij stengels van verschillende planten is vermoedelijk te zoeken in de verschillende grootte van den turgor der cellen en van het spanningsverschil der weefsels.

9°. De ware oorzaak van het achterlijk blijven der elementen van den vaatbundel en van de geringe wandverdikking bij geëtioleerde plantenstengels blijft nog onbekend.

10°. De veranderingen der bladen van *Graminëen* en andere planten, welke in het duister langer en smaller worden, zijn zoowel door gebrekkige ontwikkeling der vaatbundels als door opwaartschen groei met die der stengels te vergelijken.

11°. Hetzelfde geldt, vermoedelijk om gelijke reden, van de bladstelen van vele planten, zoo als door mij voor *Primula, Pelargonium, Polygonum*, *Rosa* aangetoond is.

12°. De verklaring door KRAUS en die door BATALIN gegeven van het klein blijven der meeste dicotyle bladen in het duister zijn beide onvoldoende. De laatstgenoemde is weerlegd door de uitkomsten der directe metingen van PRANTL. De onhoudbaarheid der verklaring van KRAUS volgt uit de drie onderstaande stellingen.

13°. De bladen zijn niet in staat, om, uit den knop gekomen, steeds zich zelf geheel te blijven voeden door eigen assimilatie. Hiertegen strijden

a. de uitkomsten, door mij verkregen bij insnijdingen in den bladsteel van gevinde bladen,

b. die der talrijke analysen van bladen derzelfde plant op verschillenden leeftijd.

14°. Geëtioleerde bladen zijn niet gelijk te stellen met blaadjes uit den knoptoestand uittredende, zoo als KRAUS wil. Zij zijn grooter, de weefsels zijn meer gedifferentieerd.

15°. Anatomisch wijken geëtioleerde bladen af van even groote groene bladen, behalve door de afwezigheid van groene kleurstof en zetmeel (met uitzondering der stomacellen, welke steeds eene ruime hoeveelheid zetmeel bevatten), door geringe

verdikking van de elementen van den vaatbundel en vooral door het niet uitgegroeid zijn van het sponsparenchym.

16°. Vooral die bladen schijnen in het duister klein te blijven, welke eene duidelijke tegenstelling tusschen boven- en ondervlakte, tusschen palissadenparenchym en sponsparenchym vertoonen.

17°. De volledige verklaring van dit klein blijven is nog niet te geven. Het geëtioleerd blad is een pathologisch verschijnsel, ontstaan deels uit het ontbreken der assimilatie, deels uit andere zoowel chemische als physische werkingen, die op den groei van invloed zijn.

18°. De vermoedelijke oorzaak, waarom nog met voedingsstoffen opgevulde cotyledonen van vele kiemplanten in het duister te gronde gaan, schijnt gezocht te moeten worden in het ontbreken van voor den groei noodige chemische processen, welke, gelijk de proef van BATALIN leert, in zeer zwak licht plaats hebben waarbij nog geen assimilatie mogelijk is.

19°. Vergelijkend scheikundig en physiologisch onderzoek van geëtioleerde en groene planten zal in de eerste plaats noodig zijn, om de verschijnselen van het etiolement op te helderen.

20°. Bouwstoffen hiervoor kunnen zijn de uitkomsten van PFÈFFER over vorming van asparagine en regeneratie van eiwitstoffen, van R. WEBER over opneming van phosphorzuur en kalk, van SCHULZE over vorming van zwavelzuur, van mij over het voorkomen van kristallen van zuringzuren kalk en van looizuur in geëtioleerde en in groene planten.

Utrecht, November 1876.

VERKLARING DER FIGUREN.

Fig. 1. Dwarse doorsnede van een groenen, normalen tak van *Rosa centifolia*. *v*. de vaatbundelring.

Fig. 2. Dwarse doorsnede van een geëtioleerden tak van *Rosa centifolia* van gelijken ouderdom als de bovengenoemde. *v*. de vaatbundelring.

Fig. 3. Dwarse doorsnede van een groenen normalen tak van *Fuchsia globosa*.

Fig. 4. Dwarse doorsnede van een even ouden geëtioleerden tak van *Fuchsia globosa*.

Fig. 5. Een klein gedeelte van fig. 3, van den omtrek tot aan het merg sterker vergroot, *a*. verkurkte opperhuid en buitenste schorscellen, *b*. kurklaag, *c*. phloëm of secundaire schorslaag, *d*. cambium, *e*. xylem of houtlichaam van den vaatbundel, *f*. mergkoker, *g*. merg.

Fig. 6. Een klein gedeelte van fig. 4 bij dezelfde vergrooting gezien als fig. 5, de letters hebben dezelfde beteekenis als in fig. 5.

Fig. 7. Dwarse doorsnede van de basis van den kiemstengel van *Vicia Faba L.* met aanduiding der vaatbundels. De binnenste kring duidt het holle gedeelte van den stengel aan.

Fig. 8. Dwarse doorsnede van den voet van een even dikken geëtioleerden kiemstengel van *Vicia Faba*, die nog niet hol is.

Fig. 9. Dwarse doorsnede van een vaatbundel van den volwassen groenen stengel van *Polygonum cuspidatum*; *a*. opperhuid, *b*. collenchym, *c*. schorsparenchym met kristalklieren, *d*. verdikte bastvezelen en enkele steencellen tot een vaste samenhangende massa vereenigd, *e*. zeefvaten en parenchymcellen van het phloëm, *f*. cambium, *g*. houtcellen, *h*. vaten, *i*. mergcellen.

Fig. 10. Dwarse doorsnede van een vaatbundel van een volwassen geëtioleerden stengel van *Polygonum cuspidatum*. Beteekenis der letters als in de vorige figuur.

VERKLARING DER FIGUREN.

Fig. 1. Dwarse doorsnede van een groenen, normalen tak van *Rosa centifolia*. *v.* de vaatbundelring.

Fig. 2. Dwarse doorsnede van een geëtioleerden tak van *Rosa centifolia* van gelijken ouderdom als de bovengenoemde. *v.* de vaatbundelring.

Fig. 3. Dwarse doorsnede van een groenen normalen tak van *Fuchsia globosa*.

Fig. 4. Dwarse doorsnede van een even ouden geëtioleerden tak van *Fuchsia globosa*.

Fig. 5. Een klein gedeelte van fig. 3, van den omtrek tot aan het merg sterker vergroot, *a.* verkurkte opperhuid en buitenste schorscellen, *b.* kurklaag, *c.* phloëm of secundaire schorslaag, *d.* cambium, *e.* xylem of houtlichaam van den vaatbundel, *f.* mergkoker, *g.* merg.

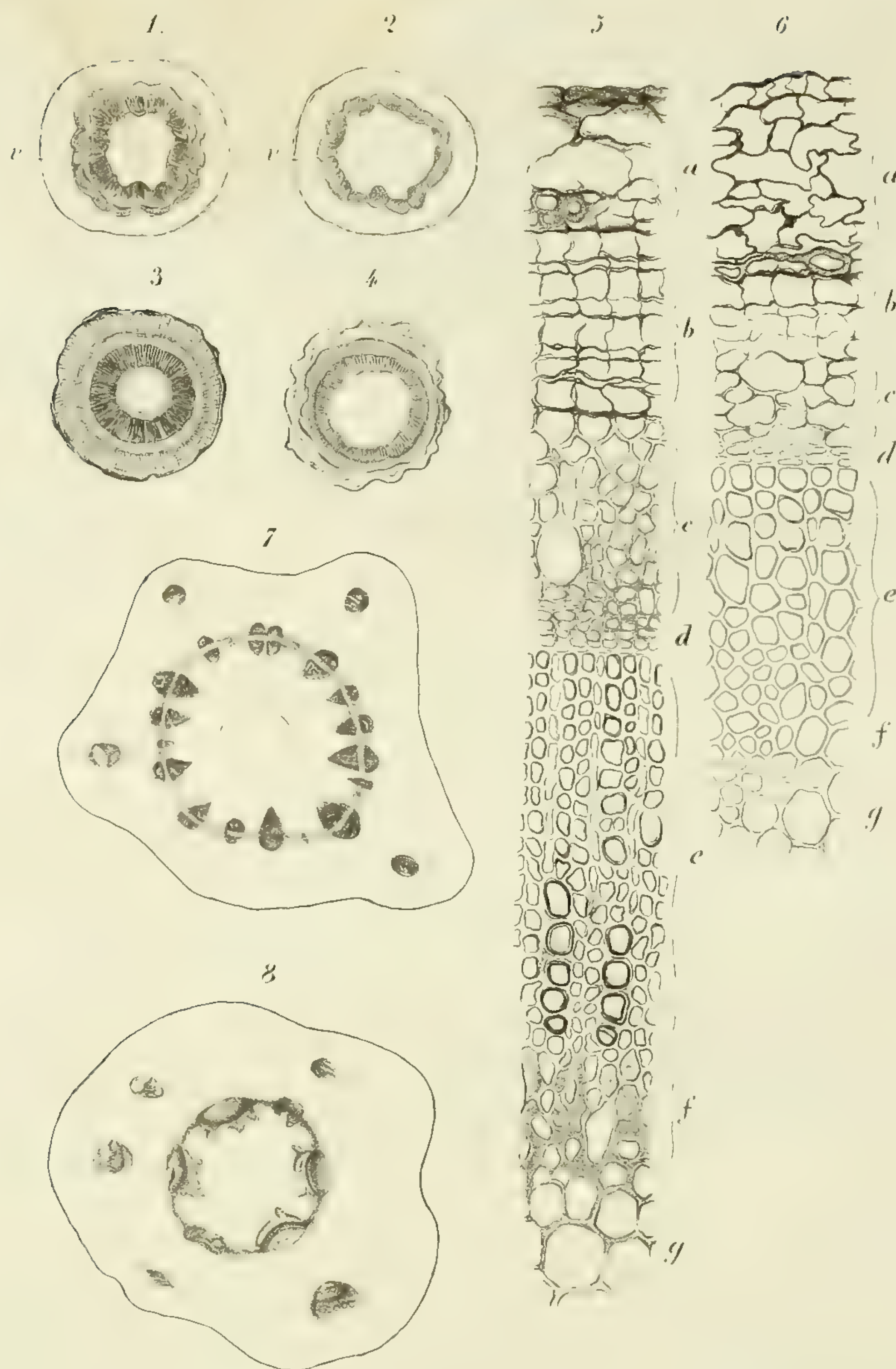
Fig. 6. Een klein gedeelte van fig. 4 bij dezelfde vergrooting gezien als fig. 5, de letters hebben dezelfde beteekenis als in fig. 5.

Fig. 7. Dwarse doorsnede van de basis van den kiemstengel van *Vicia Faba L.* met aanduiding der vaatbundels. De binnenste kring duidt het holle gedeelte van den stengel aan.

Fig. 8. Dwarse doorsnede van den voet van een even dikken geëtioleerden kiemstengel van *Vicia Faba*, die nog niet hol is.

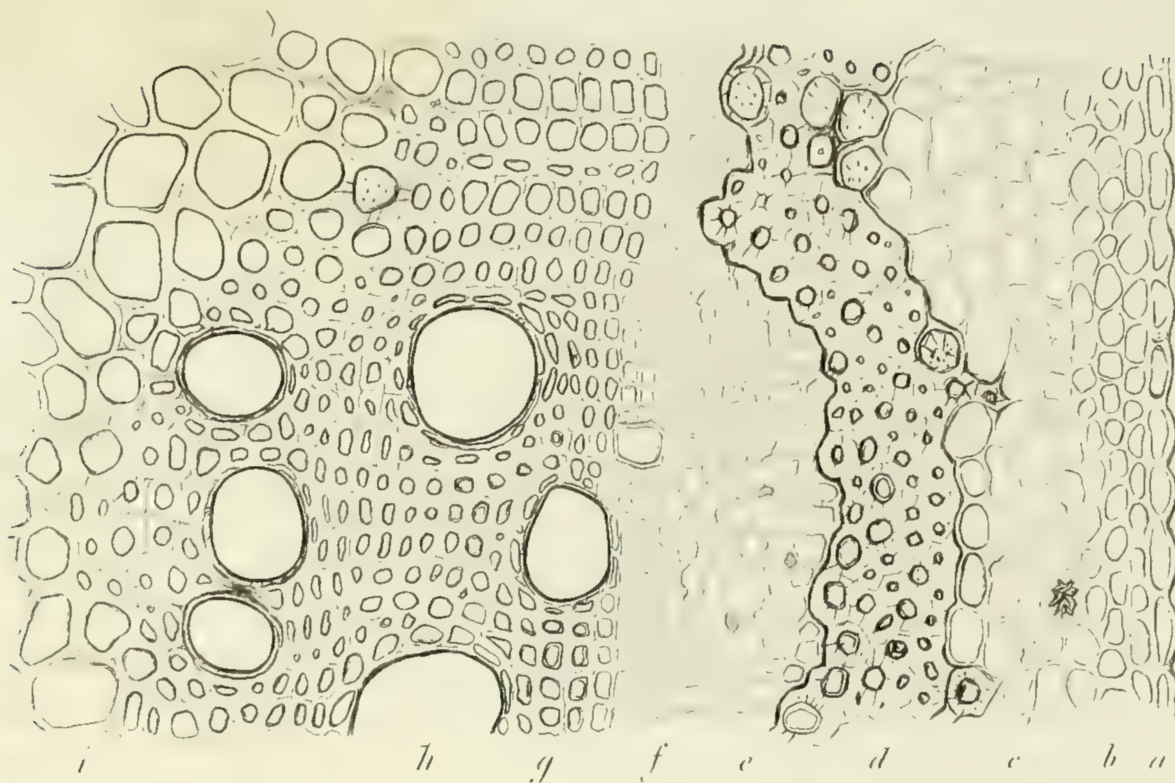
Fig. 9. Dwarse doorsnede van een vaatbundel van den volwassen groenen stengel van *Polygonum cuspidatum*; *a.* opperhuid, *b.* collenchym, *c.* schorsparenchym met kristalklieren, *d.* verdikte bastvezelen en enkele steencellen tot een vaste samenhangende massa vereenigd, *e.* zeefvaten en parenchymcellen van het phloëm, *f.* cambium, *g.* houtcellen, *h.* vaten, *i.* mergcellen.

Fig. 10. Dwarse doorsnede van een vaatbundel van een volwassen geëtioleerden stengel van *Polygonum cuspidatum*. Beteekenis der letters als in de vorige figuur.

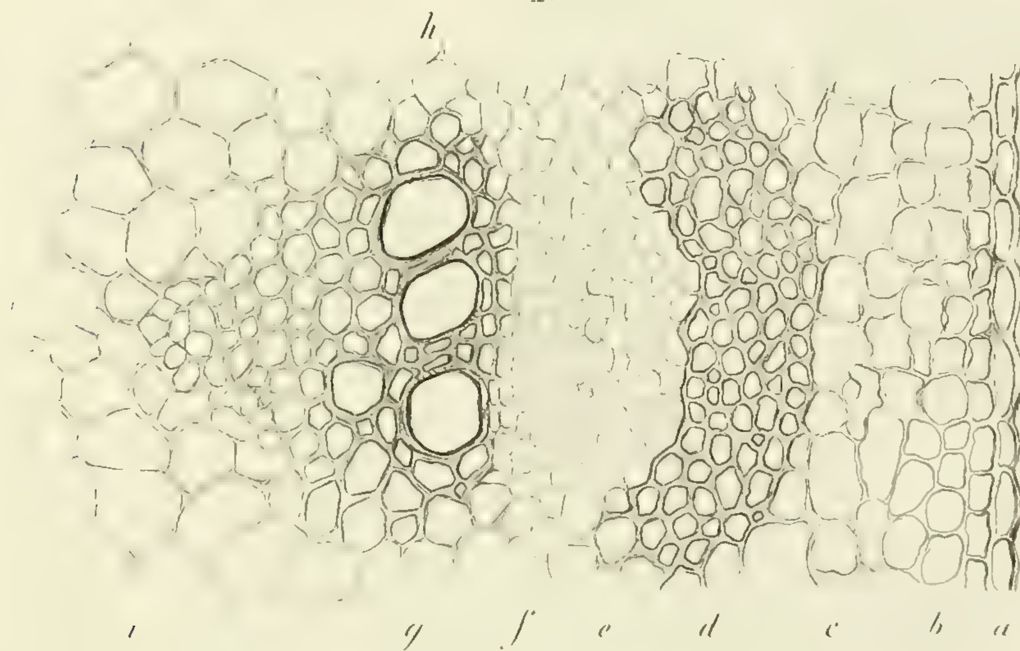


N. W. P. RAUWENHOFF AD NAT. DELIN.

9.



10.



NOTE

SUR LE

POUVOIR ROTATOIRE DE LA GLUCOSE,

CONTENUE

DANS LES SUCRES BRUTS.

PAR

J. W. GUNNING.

Dans ma brochure: „La saccharimétrie et l'impôt sur le sucre"*), publiée par le Gouvernement hollandais, au chapitre qui traite de l'analyse optique des sucres, j'avais admis que la glucose des sucres bruts exotiques est égale, quant au pouvoir rotatoire, au sucre dit inverti, c'est à dire je lui ai attribué une rotation de 0,38 fois celle d'une quantité égale de saccharose, et en sens inverse.

M.M. GIRARD et LABORDE ont publié dans les *Comptes rendus* T. 82, p. 214 des recherches qui tendent à prouver que j'ai eu tort en faisant cette supposition. Mes honorables collègues se croient autorisés par les résultats que leur a fournis l'analyse de plusieurs sucres bruts exotiques, de mélasses de fabrique et de raffinage, à attribuer à la glucose, que ces matières sucrées contenaient, une rotation soit entièrement nulle, soit tout à fait insignifiante.

De même M. MUNTZ arrive à la conclusion (*Comptes rendus* T. 82, p. 210), que la glucose des sucres exotiques diffère du sucre inverti. Les résultats numériques communiqués par cet auteur ne s'accordent pas cependant tout à fait avec ceux de M.M. GIRARD et LABORDE. En effet M. MUNTZ ne trouve

*) Amsterdam, van der Post, 1875.

non seulement des glucoses à peu près inactives, mais il rencontre même des glucoses dont le pouvoir rotatoire surpasse de beaucoup celui du sucre inverti.

Devant ces recherches je demande la permission de défendre la manière de faire que j'ai suivie ou du moins d'en donner l'explication.

D'abord j'ai été conduit à admettre l'identité de la glucose des bruts et du sucre inverti par cette considération: les sucres bruts exotiques, dont il est uniquement question ici, ont une réaction acide au papier tournesol, ils entrent facilement en fermentation et pullulent même souvent d'organismes microscopiques. Or il est généralement admis que sous ces circonstances la saccharose ne subit d'autre changement que la transformation en sucre inverti. En second lieu je me suis fondé sur des données expérimentales, que mon ami et collaborateur, M. L. SERRURIER, a publiées (*Maandblad voor Natuurwetenschappen* II, 1871, p. 33).

Voici ces données:

Num. d'ordre.	Saccharose et glucose determinées au moyen de la liqueur cuprique.	Saccharose déduite de la polarisation	Glucose déterminée au moyen de la liquur cuprique.
	a	*b*	*c*
1	951,6	942,9	10,5
2	904,8	894,2	22,2
3	736,4	732,2	8,2
4	721,0	706,3	35,4
5	689,2	670,7	61,5
6	592,9	550,8	121,1
7	520,0	453,6	184,9

grammes par kilogramme.

Ce sont des détails d'analyses de sirops et de mélasses, provenant d'une des raffineries d'Amsterdam, qui travaillait alors un mélange de sucre de betterave et de Java. On se procura de ces matières sucrées des solutions convenablement diluées et décolorées à l'aide du sous-acétate de plomb; une partie de la solution fut polarisée, une autre servit à déterminer la glucose

E R R A T A.

Blz. 190 r. 19 en 20	*staat:*	Saccharose et glucose déterminées,
	lees:	Saccharose déterminée.
" 191 r. 18	*staat:*	glucose,
	lees:	saccharose au moyen de la liqueur cuprique (*a*).

par titration directe, une troisième servit à déterminer la saccharose et la glucose réunies par la titration, après inversion au moyen de l'acide oxalique.

En divisant *a*—*b* par *c* on obtient la quantité de saccharose dont la rotation est anéantie par celle de 100 parties de la glucose présente :

Nº.	*d*
1	82,8
2	47,7
3	50,7
4	41,5
5	30,1
6	34,7
7	35,9.

Il est généralement reconnu, que la détermination de la glucose laisse quelque incertitude. Il y a donc lieu de se demander quelle influence cette incertitude peut exercer sur les valeurs de *d*.

Pour en juger, calculons les valeurs de *d* pour des cas extrêmes, en supposant que la détermination de la glucose eut donné des résultats différents de — 1 et de + 1 pourcent de la valeur trouvée :

Nº.	— 1 pCt.	valeur trouvée.	+ 1 pCt.
1	— 7,6	82,8	173,3
2	7,2	47,7	88,3
3	—39,0	50,7	141,6
4	2,1	41,5	61,6
5	18,9	30,1	41,3
6	29,9	34,7	39,6
7	33,2	35,9	38,6.

Il ressort de ces chiffres que, dans la supposition susdite, les sucres, qui contenaient peu de glucose, donneraient des valeurs extrêmement discordantes pour la rotation de la glucose, mais que pour les sucres riches en glucose, cette valeur n'est pas sensiblement influencée par l'incertitude du dosage. Si la glucose, comme le veulent MM. GIRARD et LABORDE,

possédait un pouvoir rotatoire nul ou presque nul, il faudrait admettre que le dosage de la glucose comporte des fautes de 11 pourcent, ce qui est une supposition complètement inadmissible.

Après la critique des chimistes français, M. SERRURIER sur ma demande a eu la bonté de répéter ces analyses dans mon laboratoire avec d'autres échantillons de sirop et de mélasse. Voici les résultats obtenus sous mes yeux:

N°.	*a*	*b*	*c*	*d*
8	497,65	453,60	178,56	24,7
9	718,43	699,84	56,22	32,2
10	613,63	557,28	114,54	49,2
11	524,57	460,08	172,56	31,5
12	616,29	567,00	101,22	48,7
13	731,91	719,28	36,93	34,2
14	673,36	544,00	353,20	36,6
15	548,69	400,00	593,29	25,6

Les N°s. 8—14 représentent encore des sirops provenant d'une raffinerie qui travaille du Java et du betterave, le N°. 15 une mélasse épuisée, provenant du raffinage de sucres exotiques sans mélange de betterave.

En vue de ces résultats je me crois autorisé à douter de l'inactivité optique prétendue de cette glucose et à continuer dans la saccharimétrie l'usage du coefficient proposé pour corriger la polarisation.

Amsterdam, Décembre 1876.

ONDERZOEK

NAAR DEN

OORSPRONG VAN DE KOOLSTOF DER PLANTEN,

DOOR

Dr. J. W. MOLL.

In den afgeloopen zomer was ik in de gelegenheid in het Laboratorium van den Hoogleeraar J. SACHS, te Würzburg eene experimenteele onderzoeking over bovengenoemd onderwerp ten uitvoer te brengen.

Naar ik hoop, zal de uitvoerige beschrijving mijner proeven en daaruit afgeleide gevolgtrekkingen binnen kort het licht zien in het tijdschrift getiteld: »Landwirthschaftliche Jahrbücher herausgegeben von Nathusius und Thiel." Aldaar zal ook de literatuur, die tot mijn onderwerp in betrekking staat, uitvoerig besproken worden. Hier wensch ik slechts kortelijk de voornaamste uitkomsten van mijn onderzoek mede te deelen en een overzicht te geven van de experimenten, die mij tot die uitkomsten geleid hebben.

Zooals algemeen bekend is, ontleent de groene plant hare koolstof aan het haar omringende koolzuur, en wordt dit laatste in de groene deelen, in het bijzonder de bladeren, onder den invloed van het licht, ontleed. Daarbij wordt zuurstof door de plant uitgestooten, de koolstof daarentegen in hare deelen vastgelegd.

Het is nu echter de vraag, waar de plant het voor hare ontwikkeling noodige koolzuur opneemt. Kan de betrekkelijk kleine hoeveelheid van dit gas, die zich steeds in de atmospheer

bevindt, onmiddellijk door de bladeren worden opgenomen en verwerkt?

Of nemen misschien de wortels het koolzuur op, dat zich, in soms niet onbelangrijke hoeveelheden in den bodem bevindt, en wordt dit door den stengel naar de bladeren gevoerd, om daar ontleed te worden?

Het is duidelijk, dat een derde bron van koolzuur voor landplanten niet bestaan kan; a priori is het echter geenszins onmogelijk, dat èn de lucht, èn de bodem op bovengenoemde wijze elk een deel leveren van de koolstof, die de plant noodig heeft.

Zien we in de eerste plaats om naar eene beantwoording der vraag, of de plant onmiddellijk koolzuur aan de dampkringslucht ontneemt.

Langs experimenteelen weg is dit door meer dan één onderzoeker in bevestigenden zin geschied. Ik noem hier slechts den naam van BOUSSINGAULT, wiens proeven later door VOGEL en WITTWER en vervolgens door RAUWENHOFF met hetzelfde gevolg herhaald werden Tegelijkertijd met de laatsten leverde HARTING langs een anderen weg hetzelfde bewijs.

Bovendien zijn er eenige algemeen bekende feiten, die aan de uitkomsten dezer natuurkundigen een krachtigen steun verleenen.

In de eerste plaats is het zeker, dat de aanwezigheid van plantengroei den bodem rijker aan koolstof maakt. Men denke slechts aan de zwarte, humusrijke, bovenste laag van elken zandbodem, die, aan zich zelf overgelaten, eenigen tijd met mos- of heideplanten begroeid is geweest. Onze duinen en heidevelden leveren er de schoonste voorbeelden van. De planten hebben die koolstof aan de atmospheer moeten onttrekken, daar de bodem oorspronkelijk daarvan verstoken was.

Een ander bewijs leveren ons de zoogenaamde waterculturen. Eene plant met de wortels in zuiver water, waarin slechts eenige weinige (niet koolzure) zouten zijn opgelost, kan eene aanmerkelijke hoeveelheid koolstof in haar weefsel vastleggen, ja ongeveer even veel als eene dergelijke plant, onder dezelfde omstandigheden, maar in een koolzuurrijken bodem geworteld.

Er is dan ook niemand, die er aan twijfelt, dat een groot gedeelte van de koolstof der planten onmiddellijk door de bla-

deren uit de omgevende dampkringslucht wordt opgenomen. De lucht moet dus als een ruime bron van koolstof voor de plant beschouwd worden. Het lijdt geen twijfel, of het koolzuur des dampkrings alleen is volkomen voldoende, om de plant hare normale ontwikkeling in alle opzichten te doen bereiken.

Maar daarmede is de mogelijkheid niet uitgesloten, dat de plant met hare wortels ook eenig koolzuur uit den bodem opneemt en dit in hare bladeren ontleedt. In het bijzonder laat het zich zeer goed denken, dat de verwerking van het koolzuur des bodems aanleiding kan geven tot het vastleggen van eene grootere hoeveelheid koolstof in de plant, dan wanneer deze haar koolzuur uitsluitend aan de lucht ontleent. Op die wijze zou het koolzuurgehalte des bodems mede kunnen werken tot eene vermeerderde productie van vaste stof en een krachtiger groei, en daardoor in den landbouw eene zaak van niet gering gewicht mogen heeten.

Wanneer we trachten de waarde dezer veronderstelling nader te toetsen aan hetgeen ons reeds omtrent het leven der plant bekend is, stuiten we al dadelijk op een bezwaar. Er zijn namelijk eenige zaken, die er op wijzen, dat de wortels waarschijnlijk niet veel, ja misschien in 't geheel geen koolzuur uit den bodem opnemen kunnen. Ik noem hier slechts het feit, dat de wortels voortdurend de hen omgevende zuurstof inademen en daarvoor koolzuur afgeven. Derhalve zal de wortel voortdurend koolzuur bevatten, en dat misschien in zoo groote hoeveelheid, dat eene diffusie van uit den bodem onmogelijk gemaakt wordt. Ik herinner hieraan om te bewijzen, dat het opnemen van koolzuur door de wortels geenszins als een noodzakelijk gevolg van het koolzuurgehalte des bodems beschouwd mag worden.

Maar toch is eene dergelijke opneming geenszins onmogelijk. Wanneer namelijk de bodem zeer rijk aan koolzuur is, kan een deel daarvan misschien de wortels toch binnendringen.

In zulke omstandigheden nu verkeeren de meeste onzer cultuurplanten. BOUSSINGAULT vond, dat de lucht in eene vruchtbare akkeraarde zelfs 9 pCt. koolzuur kan bevatten, d. i. ongeveer 180 maal meer dan de atmospheer. Dit heeft zijn

ontstaan voornamelijk aan de aanwezigheid van organische meststoffen te danken.

Het vermoeden lag dus voor de hand, dat bemesting met humusrijke stoffen ook daardoor voordeelig is voor de planten, dat zij aan de wortels een ruime bron van koolzuur levert.

Zooals te verwachten is heeft deze voorstelling onder de natuurkundigen hare aanhangers gevonden. Onder deze noem ik LIEBIG en UNGER. BOUSSINGAULT daarentegen was van meening, dat de plant al haar koolstof uit de lucht put.

Geen enkel onderzoeker heeft zich echter, tot nu toe, ernstig met de experimenteele oplossing van dit vraagstuk beziggehouden en toch mag het voor onze kennis van de levensverschijnselen der plant zeer gewichtig genoemd worden.

Het was dus in de eerste plaats noodzakelijk eenige feiten vast te stellen, die tot grondslag voor verdere onderzoekingen dienen kunnen. Ik heb getracht dit doel te bereiken en deel in de volgende bladzijden de uitkomsten mede, die ik verkreeg.

Het valt onmiddellijk in het oog, dat de eerste en gewichtigste vraag, die hier opgelost moet worden deze is: Kunnen de bladeren het koolzuur, dat aan den wortel wordt toegevoegd, ontleden?

Slechts langs dezen weg is eene zekere oplossing te verwachten; dit is de vraag waarop voorloopig alles aankomt en wier beantwoording voor de verdere studie der koolzuurkwestie volstrekt noodzakelijk is.

Naar we zien zullen, is het antwoord geheel en al in ontkennenden zin uitgevallen.

Zooals men weet, werd voor eenige jaren door SACHS de gewichtige ontdekking gedaan, dat het zetmeel in de chlorophyllkorrels als het eerste zichtbare produkt der koolzuurontleding beschouwd moet worden. De kennis van dit feit is niet alleen voor de geheele plantenphysiologie van het hoogste gewicht, maar maakt ook eene onderzoeking als die welke ik mij voorstelde, in vele opzichten beter uitvoerbaar, dan vroeger het geval was. Daardoor werd mij namelijk eene methode aan de hand gedaan, die tot de beantwoording onzer vraag kon leiden. Deze behoefde nu slechts aldus gesteld te worden: Kunnen de bla-

deren zetmeel vormen ten koste van het koolzuur, dat de wortel ter zijner beschikking heeft.

Om bij dit onderzoek het doel niet te missen, moeten we nu in de eerste plaats ons duidelijk voor oogen stellen, onder welke omstandigheden de bladeren eener plant zich in de natuur bevinden. Naar men weet, bevat de atmospheer eene zekere hoeveelheid koolzuur (ongeveer $^1/_{20}$ pCt.), die dit eigenaardige heeft, dat zij binnen enge grenzen steeds dezelfde blijft. Zonder de oorzaken van dit verschijnsel te bespreken, stel ik dus op den voorgrond, dat de lucht een constant koolzuurgehalte bezit.

Daaruit volgt dadelijk, dat de bladeren, die bij ons onderzoek op zetmeelvorming onderzocht moeten worden, in genoemd opzicht onder dezelfde omstandigheden gebracht behooren te worden.

Dit doel is langs twee wegen gemakkelijk te bereiken. Vooreerst kan men de bladeren in de vrije lucht waarnemen. Ten tweede kan men ze in eene door kaliloog voortdurend koolzuurvrij gehouden lucht brengen, waarin dus het constante koolzuurgehalte gelijk nul is. Geenszins echter zal het geoorloofd zijn ze in eene beperkte hoeveelheid lucht zonder kali te brengen. Het koolzuurgehalte van zoodanige lucht zal namelijk door de aanwezigheid van het blad zelf aan allerlei wisselingen zijn blootgesteld.

Als van zelf komen we nu tot eene eerste en eenvoudige proef. Men brengt een met de bewortelde plant verbonden, zetmeelvrij blad in eene met lucht gevulde ruimte, waarin tevens kaliloog aanwezig is, terwijl de wortel buiten die ruimte zich in humusrijke aarde bevindt (Reeks I).

Het is nu de vraag, of het blad, onder die omstandigheden, aan het licht gebracht, zetmeel vormen zal.

De op deze wijze genomen proeven hebben mij zonder uitzondering geleerd, dat in de koolzuurvrije ruimte nooit zetmeelvorming plaats vindt.

Verder scheen het mij nu wenschelijk mijne onderzoekingen eenigszins uit te breiden, om daardoor aan mijne resultaten eene meer algemeene beteekenis te geven. Daarom besloot ik te onderzoeken, of het koolzuur, dat men in het algemeen aan eenig plantendeel toevoegt, hetzij dan aan den wortel, aan

den stengel of aan een gedeelte van een blad, tot zetmeelvorming gebruikt kan worden in een blad of bladstuk, dat met het eerstgenoemde deel organisch verbonden blijft.

Ook hier kan men door eenvoudige proeven de zaak tot klaarheid brengen. Weder is het voldoende, bijv. den top van een blad in eene afgesloten ruimte te brengen, waarin de lucht door kali koolzuurvrij gehouden wordt. Daarbij behoeft men dan slechts de basis van hetzelfde blad, met of zonder bladsteel en stengel, in lucht te doen verwijlen, die kunstmatig rijkelijk van koolzuur voorzien is (in mijne proeven ongeveer 5 pCt.). Was het blad zetmeelvrij, dan zal ook thans de vraag weder deze zijn: Kan de top zetmeel vormen, ten koste van het koolzuur, dat de basis en de bladsteel of stengel ter beschikking hebben?

Van deze proeven, heb ik twee in inrichting eenigszins verschillende reeksen genomen (reeks II en III). Zij voerden in verband met de voorgaande eenstemmig tot het besluit, dat in eene koolzuurvrije ruimte een blad of bladstuk nooit zetmeel vormen kan, ten koste van het koolzuur dat aan eenig ander deel derzelfde plant in ruime mate is toegevoegd.

Maar dit was mij niet genoeg. Zonder twijfel was langs dezen weg bewezen, dat er onder de genoemde omstandigheden in een blad slechts uiterst weinig, of beter onzichtbaar weinig zetmeel ontstaan kan. Maar toch was het mogelijk, dat er zich zeer geringe hoeveelheden gevormd hadden, die door eene eenvoudige reactie niet aan het licht kwamen, maar langs een omweg misschien zichtbaar gemaakt konden worden.

Wanneer een zetmeelvrij blad in de vrije lucht aan het zonlicht wordt blootgesteld en men van tijd tot tijd stukjes daarvan op hun zetmeelgehalte onderzoekt, dan zal men na eenig tijdsverloop eene kleine hoeveelheid van deze stof daarin aan gaan treffen, die zich langzamerhand vermeerdert. Nu was het mogelijk, dat dit zetmeel zich eerder zou vertoonen, wanneer een met het onderzochte blad of bladstuk samenhangend plantendeel bovendien nog in eene lucht vertoefde, veel rijker aan koolzuur dan de gewone dampkringslucht.

Wel zagen we, dat dit koolzuur niet in staat is, om elders eene op zich zelf zichtbare hoeveelheid zetmeel te doen ontstaan.

Maar toch zou er misschien genoeg gevormd kunnen worden, om met het in gewone lucht zich vormende zetmeel te zamen reeds na korteren tijd eene zichtbare reactie te veroorzaken, dan anders het geval is.

Deze hypothese toetste ik op de volgende wijze aan het experiment (reeks IV). Een afgesneden en zetmeelvrij blad werd langs de middelnerf gehalveerd De eene helft werd geheel in de vrije lucht aan het zonlicht blootgesteld. De andere helft, waarmede de steel in verbinding gelaten was, werd met haar basis in eene ruimte gebracht, waarin de lucht 5 pCt. koolzuur bevatte. De top dezer bladhelft bevond zich daarentegen eveneens in de vrije lucht. Na $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, enz. uur werden de toppen van beide helften op zetmeel onderzocht.

Het was nu de vraag of er ooit in den top der bladhelft, wier basis in koolzuurrijke lucht vertoefde, zich zetmeel zou beginnen te vertoonen, wanneer de andere helft daarvan nog geheel verstoken was.

Het antwoord luidde ook hier weder zonder uitzondering ontkennend; in beide bladhelften verscheen het zetmeel gelijktijdig en vermeerderde zich ook op volkomen gelijke wijze.

Het aan eenig plantendeel overvloedig toegevoegde koolzuur kan derhalve de zetmeelvorming van een aangrenzend blad of bladgedeelte in de vrije lucht nooit versnellen, evenmin als het op zich zelf daarin zetmeel kan doen te voorschijn komen.

Ten slotte scheen het mij niet van belang ontbloot, deze laatste uitkomst nog afzonderlijk voor den wortel te bevestigen.

Daartoe werd een gedeelte van een zetmeelvrij blad afgesneden. Het andere deel bleef verbonden met de in humusrijke aarde wortelende plant. Beide deelen werden weder aan het licht blootgesteld en af en toe stukjes op zetmeel onderzocht.

Zooals te verwachten was, vertoonde zich ook nu de reactie nooit in het met den wortel samenhangende bladdeel, vóór dat dit in het afgesneden gedeelte het geval was. In beiden ontstond en vermeerderde het zetmeel zich gelijktijdig.

Uit het voorgaande blijkt, dat men niet langer het recht heeft in den bodem een bron van koolzuur te zien, die dit gas door de wortels naar de bladeren zendt om daar ontleed te

worden. We kunnen dus de vraag, die ik mij ter beantwoording stelde, als opgelost beschouwen.

De taak van verdere onderzoekingen zal het zijn, de hier gevonden feiten nader te verklaren.

Daarbij zal het dan in de eerste plaats van gewicht zijn, na te gaan of de wortels al of niet in staat zijn koolzuur uit een daaraan rijken bodem op te nemen.

Eindelijk wil ik in korte trekken een overzicht geven van de inrichting der proeven, die ik genomen heb, en wier strekking ik hierboven beschreef.

Zij vormen vijf verschillende reeksen, die ik elk afzonderlijk met enkele woorden beschrijven wil. Steeds werd het zetmeel op de gewone wijze aangetoond, namelijk door middel van jodium na inwerking van kali en azijnzuur.

REEKS I.

Tot deze proeven dienden schoteltjes, die van een rand voorzien waren en in het midden een opening bezaten, eveneens door een opstaanden rand omgeven. Door deze opening werd een blad gevoerd, dat verbonden bleef aan de plant, die in humusrijke tuinaarde in een pot wortelde. De bladsteel of stengel werd in de opening luchtdicht bevestigd. In het schoteltje werd kaliloog gegoten en dan een glazen klok over het blad heengezet. De aldus afgesloten lucht stond door een buis, gevuld met in kali gedrenkten puimsteen, met de buitenlucht in verbinding. Het blad bevond zich dus in eene koolzuurvrije ruimte, de wortel daarentegen vertoefde in humusrijke aarde. Daarnevens bevond zich steeds een contrôle-plant in denzelfden toestel, maar hier was de klok met water afgesloten en haar inhoud stond door een buisje dadelijk met de omgevende lucht in verbinding. Dikwijls was er nog een een derde contrôle-plant aanwezig, geheel aan de vrije lucht blootgesteld.

Af en toe werden bladstukjes op zetmeel onderzocht. Waren de bladeren bij den aanvang der proef zetmeelvrij, dan bleef het blad boven kaliloog in dien toestand, al duurde de proef ook

acht dagen. De contrôle-bladeren daarentegen vormden natuurlijk al spoedig overvloedige hoeveelheden zetmeel.

Was het blad in de koolzuurvrije ruimte daarentegen bij den aanvang der proef met zetmeel gevuld, dan zag men dit ook in het helderste licht al spoedig verdwijnen, ja ongeveer even snel, als wanneer men de plant in het donker geplaatst had.

De proeven werden genomen met Phaseolus multiflorus, Cucurbita Pepo, Tropaeolum nanum en Beta vulgaris var. saccharifera.

Door deze reeks van proeven komen we dus tot het besluit, dat in een voortdurend koolzuurvrije ruimte de bladeren nooit zichtbare hoeveelheden zetmeel vormen, ja dat zelfs het daarin voorhanden zetmeel verdwijnt, ook al blijven die bladeren met de plant verbonden, en al bevinden de wortels van deze zich in humusrijke aarde.

REEKS II.

Hier bezigde ik zetmeelvrij gemaakte bladeren van monocotyle waterplanten (Typha latifolia, Typha stenophylla en Sparganium ramosum). Een zoodanig bladstuk werd door den tubulus van een gecalibreerde glazen klok gevoerd en daarin door middel van een gehalveerden kurk luchtdicht bevestigd, zoodat het onderste bladgedeelte zich in de klok bevond. Deze was door water afgesloten en in den kurk bevond zich tevens een buisje waardoor koolzuur aangevoerd kon worden. Het middelste en kleinste gedeelte van het blad bleef in de vrije lucht, maar werd door een zwart omhulsel omgeven. Het bovenste deel daarentegen bevond zich op dezelfde wijze als het onderste in eene klok, die echter, zooals van zelf spreekt, met den tubulus naar beneden gekeerd was. Deze klok werd van boven met een glasplaat door middel van vet luchtdicht gesloten. Aan de lucht van de onderste klok werd nu 5 pCt. koolzuur toegevoegd; in de bovenste klok bevond zich een weinig sterke kaliloog. Het onderste bladgedeelte was dus in eene zeer koolzuurrijke atmospheer, het middelste in de vrije lucht, het bovenste deel echter in eene koolzuurvrije ruimte. Na een of twee dagen werden de drie deelen op zetmeel onderzocht. Dit ver-

toonde zich dan in het onderste deel steeds rijkelijk, maar ontbrak in het bovenste deel steeds volslagen, evenals natuurlijk in het middelste deel, dat verduisterd was geweest.

Een bladstuk kan dus in eene voortdurend koolzuurvrije ruimte nooit zichtbare hoeveelheden zetmeel vormen, ook zelfs niet wanneer het onderste gedeelte van hetzelfde blad zich in lucht met 5 pCt. koolzuur bevindt en tusschen beide een klein gedeelte aan de vrije lucht is blootgesteld.

REEKS III.

In deze reeks was het mijn doel tusschen de koolzuurrijke en de koolzuurvrije ruimte geen deel van het blad aan de vrije lucht te laten vertoeven. Daardoor wilde ik de mogelijkheid uitsluiten, dat het koolzuur op zijn weg naar de koolzuurvrije ruimte misschien voor het grootste deel in de lucht zou overgaan. Deze proeven werden genomen met zetmeelvrije bladeren van Cucurbita Pepo, Vitis vinifera, Cercis Siliquastrum, Viola suava, Polygonum bistorta en Trifolium pratense.

Twee even groote kristalliseerschaaltjes, die van afgeslepen randen voorzien waren, werden met de openingen op elkander gezet. Het blad werd tusschen beiden gelegd, zoo dat de top zich in de door de schaaltjes gevormde ruimte bevond, basis, bladsteel en soms een deel des stengels echter daarbuiten bleven. De afsluiting geschiedde door vet. Natuurlijk overtuigde ik mij steeds na de proef, dat daardoor de gebruikte bladeren in het minst niet geleden hadden. In het onderste schaaltje bevond zich kaliloog.

Deze geheele toestel werd nu onder een gecalibreerde glazen klok gebracht. Deze was door water afgesloten en aan de daarin besloten lucht werd, door een buisje, ongeveer 5 pCt. koolzuur toegevoegd. Bladbasis en steel bevonden zich derhalve in deze lucht. Na een tijdsverloop van 5 à 8 uren werden zoowel top als basis van het blad op zetmeel onderzocht; de eerste was daarvan steeds geheel verstoken gebleven, terwijl de basis er natuurlijk in alle proeven geheel mede gevuld was.

We besluiten derhalve: een bladstuk kan in eene koolzuurvrije ruimte nooit zetmeel vormen, zelfs ook niet wanneer het

onmiddellijk aangrenzende gedeelte zich in lucht met 5 pCt. koolzuur bevindt, zonder dat tusschen beide deelen de lucht hare werking op het blad uitoefenen kan.

REEKS IV.

Tot deze proeven werden zetmeelvrije, langs de middelnerf gehalveerde bladeren gebezigd van Cercis Siliquastrum, Valeriana Phu, Bergenia bifolia, Polygonum bistorta en Phaseolus nanus.

Een getubuleerde en gecalibreerde glazen klok werd omgekeerd en met den tubulus in water geplaatst. De nu boven liggende opening werd door een glazen plaat en door middel van vet luchtdicht gesloten. Tusschen glasplaat en rand der klok, omgeven door vet, bevond zich de eene bladhelft, en wel in dier voege, dat haar top in de vrije lucht vertoefde, haar basis met den bladsteel zich echter binnen de klok bevond. Op de glazen plaat werd de andere helft van hetzelfde blad gelegd, die dus geheel in de vrije lucht verkeerde. In de lucht der klok werd nu door een buisje ongeveer 5 pCt. koolzuur gevoerd. De basis der eene bladhelft had dus zeer veel koolzuur ter beschikking. De toestel werd nu weder in het licht geplaatst en na $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, enz. uur werden van de toppen beider bladhelften stukjes op zetmeel onderzocht. De uitkomst leerde, dat in beide bladtoppen het zetmeel zich geheel gelijktijdig begon te vertoonen en zich op volkomen gelijke wijze vermeerderde.

Deze proeven leerden dus, dat eene overvloedige hoeveelheid koolzuur in de lucht die bladsteel en bladbasis omgeeft, nooit de zetmeelvorming van den bladtop, als die zich in de vrije lucht bevindt, zichtbaar versnellen kan.

REEKS V.

Het zetmeelvrije blad eener in humusrijke tuinaarde gewortelde plant (Valeriana Phu, Trifolium pratense, Cucurbita Pepo, Phaseolus nanus) werd overlangs gehalveerd, zoodanig dat de eene helft met plant en wortel in verbinding bleef. Beide

helften werden nu nevens elkander op een glazen plaat aan het licht blootgesteld.

Na $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, enz. uur onderzocht, was het weder de vraag of het met den wortel verbonden gebleven bladgedeelte reeds eerder zetmeel zou vertoonen dan het van de plant afgesnedene, dat zich daarnevens bevond. Ook hier weder verscheen en vermeerderde zich het zetmeel in beide bladhelften geheel gelijktijdig.

Het koolzuur, dat den wortel in een humusrijken bodem ter beschikking staat, kan derhalve de zetmeelvorming der bladeren in de vrije lucht niet zichtbaar versnellen.

De voornaamste resultaten dezer onderzoeking kan ik op de volgende wijze kortelijk uitdrukken:

1°. Het koolzuur dat aan eenig onder- of bovenaardsch plantendeel toegevoegd is, kan in een met dat deel organisch verbonden blad of bladstuk, dat zich in eene koolzuurvrije ruimte bevindt, geene zichtbare hoeveelheden zetmeel doen ontstaan (reeks I, II en III).

2°. Het koolzuur dat aan eenig onder- of bovenaardsch plantendeel toegevoegd is, kan in een met dat deel organisch verbonden blad of bladstuk de zetmeelvorming, die hierin aan de vrije lucht plaats grijpt, niet zichtbaar versnellen (reeks IV en V).

3°. Het koolzuur dat de wortel in den bodem aantreft kan in de bladeren derzelfde plant evenmin in koolzuurvrije lucht de vorming eener zichtbare hoeveelheid zetmeel veroorzaken, als de in de vrije lucht reeds plaats vindende zetmeelvorming zichtbaar versnellen.

Utrecht, Dec. 1876.

ZUR ANATOMIE UND ONTOGENIE

VON

MALACOBDELLA.

VON

C. K. HOFFMANN.

Während ich im verflossenen Winter mit Untersuchungen beschäftigt war über die Anatomie der *Lamellibranchiaten*, kamen mir auch wiederholt *Pholaden* in die Hände, zwischen deren Kiemen ich sehr oft Exemplare der Gattung *Malacobdella* antraf. Ich habe dieselben jedoch nur zwischen den Kiemen von *Pholas crispata* gefonden. Niemals fand ich mehr als ein einziges Exemplar in einer Pholade. Obgleich *Pholas crispata* an demselben Ort lebt als *Pholas candida* habe ich zwischen den Kiemen letztgenannter Art niemals eine *Malacobdella* angetroffen. Die *Malacobdellae* sind geschlechtsreif von November (vielleicht noch früher) bis März, so dass ich also zugleich in der Gelegenheit war die Ontogenie dieser merkwürdigen Thierform zu studiren.

I. ANATOMISCHER THEIL.

1. Auessere Haut.

Es ist bekannt dass die äussere Haut von *Malacobdella* überall bewimpert ist. Bringt man eine lebendige *Malacobdella* unter das Mikroskop, so bemerkt man zwischen den kurzen Flimmerhaaren in regelmässigen Zwischenräumen, etwas dickere, aber bedeutend längere und starre Haare. Die Wimperbekleidung

setzt sich über die ganze äussere Oberfläche fort bis in die unmittelbare Nähe der Eingangsöffung des Darmkanals, wo sie plötzlich aufhört. Die Flimmerhaare sitzen nicht, wie bei den anderen Nemertinen — wie von KEFERSTEIN (1) und HUBRECHT (2) angegeben wird — einer Cuticula, sondern direct einem Epithelium auf, dessen Structur jedoch nur an Macerationspraeparaten gut zu studiren ist. Sehr zu empfehlen ist dazu die MÜLLER'sche Flüssigkeit, noch besser eine Osmiumsäure-Lösung von 1 pCt. und am schönsten wohl ein Gemisch von beiden. Ich nehme dazu einen Theil Osmiumsäure von 1 pCt. und drei Theile MÜLLER'scher Flüssigkeit. Zu Macerationspraeparaten lasse ich die Thiere nicht länger als höchstens sechs Stunden in dieser Lösung und bringe sie dann in eine reine Lösung von MÜLLER'schen Flüssigkeit über, in welcher sie sich Wochen lang ausgezeichnet conserviren lassen. Für Schnittpraeparate kann man dieselben mit Vortheil zwei Mal vier und zwanzig Stunden in dieser osmiumsäurehaltigen MÜLLER'schen Lösung lassen und dann in Alkohol überbringen, nachdem man sie vorher mit destillirtem Wasser gut ausgewaschen hat. An gut gelungenen Isolations-Praeparaten lässt sich dann leicht nachweisen, dass die ganze äussere Haut aus je nach der Grösse und dem Alter des Thieres verschieden langen aber sehr schmalen Cylinderzellen besteht (Fig. 2). Die Zellkörper dieser langen Cylinderzellen haben auch bei denen welche von 80—90 Mikromillimeter lang sind, kaum eine Breite von 7—8 Mikromillim. Sie bestehen aus einem äusserst fein granulirten Protoplasma, welches nach der Peripherie einen etwas helleren Saum trägt, dem die Flimmerhaare aufsitzen. Im unteren Theil des Zellkörpers liegt ein ovaler Kern mit kleinem Kernkörperchen. Der Durchmesser des Kerns ist bei einigen dem des Zellkörpers gleich, bei anderen etwas breiter. Auf den Zellkern folgt dann der feinkörnige gewöhnlich mehr oder weniger verästelte Zellfortsatz. Diese Zellfortsätze sind eingebettet in eine äusserst fein körnige Protoplasmamasse mit regelmässig eingestreuten Kernen, welche als eine Schicht von Zellen zu betrachten ist, deren Grenzen vollständig mit einander verwischt sind und als die Matrix des darüber gelegenen Cylinderepitheliums an zu sehen ist (Fig. 5).

Zwischen diesen langen Cylinderepitheliumzellen bemerkt man nun vereinzelt andere, welche durch ihren eigenthümlichen Bau sich von diesen bedeutend unterscheiden (Fig. 3). An denselben kann man einen Zellkörper und zwei Fortsätze einen peripherischen und einen centralen wahrnehmen. Der Zellkörper wird fast vollständig von dem ovalen Kern eingenommen, welcher ein glänzendes Kernkörperchen nebst körnigem Protoplasma enthält. Der centrale Fortsatz ist äusserst fein und zeigt bei einigen deutliche Varikositäten. Der peripherische ist dicker, im unteren Theil etwas feinkörnig, nach der Peripherie vollständig homogen und mattglänzend und mit *einem* scharf conturirten haarförmigen Fortsatz versehen. Dieser haarförmige Fortsatz ist an seiner Basis fast so breit als der peripherische Zellfortsatz dem er aufsitzt, seine Spitze endigt unmessbar fein. Es sind dies die haarförmigen Fortsätze welche man als die „starren Haare" zwischen den gewöhnlichen Wimperhaaren beim lebendigen Thiere beobachten kann. Obgleich ein Zusammenhang mit Nervenfasern wohl nicht nachgewiesen ist, so darf man diese Zellen höchstwahrscheinlich wohl als Nervenzellen als „peripherische Endorgane", betrachten, welche zur Tastempfindung dienen.

Die äussere Haut ist weiter überaus reich an einzelligen Drüsen. Dieselben haben eine flaschenförmige Gestalt und eine nach dem Alter und der Grösse des Thieres verschiedene Länge. Sie bestehen aus einem grobkörnigen Inhalt, welcher sich in Osmiumsäure dunkelbraun färbt. Sie kommen durch die ganze Epidermisschicht verbreitet vor und scheiden eine zähe, fadenziehende Masse ab. Durch eine Basalmembran wird die äussere Haut getrennt von der

---

2. Muskelschicht.

Dieselbe bildet eine dünne, schmale Schichte von vorwiegend circulären Fasern, zwischen welche longitudinale Fasern sich einschieben, ohne eine directe Schicht zu bilden, wenigstens weder an longitudinalen, noch an transversalen Schnitten konnte ich mich je von einer zusammenhängenden longitudinalen Muskelfaserschicht überzeugen. Die Muskelfasern selbst bilden lange,

aber sehr schmale, nur 2—2,5 Mikromillimeter breite Fasern. In der Mitte der Faser liegt der Kern, welcher der Faser seitlich anliegt. Der Kern hat einen vollständig homogenen Inhalt und enthält ein kleines, deutliches Kernkörperchen. Die Muskelfaser selbst ist in ihrer ganzen Länge fast überall homogen und zeigt nur in der Umgebung des Kernes eine feinkörnige Beschaffenheit. Besonders schön lassen sich die Fasern isoliren noch Maceration in MÜLLER'scher Flüssigkeit (Fig. 6).

---

3. Körperparenchym.

Eingeweide, Rüssel, Blutgefässe, Nervensystem und Geschlechtsorgane liegen nicht wie bei den übrigen *Nemertinen* in einer Körperhöhle, sondern in einem Körperparenchym eingebettet, so dass es z. B nie möglich ist den Darmtractus vollständig frei zu isoliren. Das Körperparenchym besteht aus einem Maschengewebe durch welches Muskelfasern nach allen Richtungen hin verlaufen. Das Maschengewebe wird hergestellt von überall mit einander anastomosirenden Zellen, welche aus einem feinkörnigen Protoplasma bestehen und einen ebenfalls feinkörnigen Kern enthalten. In den Maschen dieses Netzwerkes liegen Zellen von verschiedener Grösse und Beschaffenheit (Fig. 7). Das so gebildete, überall von Muskelfasern durchflochtene Gewebe durchzieht die ganze Körperhöhle und bildet so mit Ausnahme des eigenen Darmepithels, die ganze Darmwand (Verg. Fig. 8). In ähnlicher Weise bildet es so zu sagen Kanäle, in welchen die Blutgefässe und das Nervensystem eingebettet liegen. Besonders um die Nervenstränge ist das Netzwerk stark entwickelt. Am schönsten ist dies Netzwerk an feinen Querschnitten kleiner, noch ungeschlechtsreifer Thiere zu sehen.

---

4. Darmtractus.

Die Eingangsöffnung des Darmtractus liegt am vorderen Körperende. Man kann an demselben drei Theile unterscheiden:

einen Vorder- Mittel- und Enddarm. Die beiden letzteren gehen ohne bestimmte Grenzen in einander über und haben einen schlängelnden Verlauf, während der Vorderdarm gestreckt verläuft und durch seine grössere Weite sich auszeichnet. Schon mit blozem Auge ist der Vorderdarm deutlich von dem übrigen Theil des Darmkanales abgesetzt, indem Mittel- und Enddarm durch ihre gelbe Farbe sich auszeichnen. Die Structur des Vorderdarmes lässt sich am besten und schönsten an guten Querschnitten studiren. Man bemerkt dann dass die Darmwand überall mit Papillen-ähnlichen Zotten besetzt ist, welche in longitudinalen Reihen angeordnet sind und eigentlich nichts anderes als Ausstülpungen des Körperparenchyms bilden.

Durch die in diesem Parenchym verlaufenden Muskelfasern sind auch diese Papillen retractil. Die unmittelbar an der Eingangsöffnung des Darmes gelegenen können sich daher auch etwas aus der Mundöffnung herausstülpen, wovon man sich leicht beim lebendigen Thier überzeugen kann. Die Structur der Papillen oder besser gesagt ihrer Epithelialbekleidung ist höchst eigenthümlich. Betrachtet man die Papillen im frischen Zustande, so bemerkt man dass das die Papillen bekleidende Epithelium nicht wimpert, sondern von einem Häutchen überdeckt ist, das einer Cuticula sehr ähnlich ist (Fig. 9). Wendet man starke Vergrösserungen an, so sieht man, dass dies Häutchen eine dichte, mehr oder weniger schräg gerichtete Querstreifung zeigt (Fig. 10). Untersucht man dagegen Papillen, welche in einer Lösung von Osmiumsäure, MÜLLER'scher Flüssigkeit, oder in einem Gemisch beider Lösungen behandelt sind, dann ist von dem Cuticula-ähnlichen Häutchen keine Spur mehr zu sehen. Dagegen bemerkt man, dass die Zellen welche die Papillen bekleiden an ihren peripherischen Enden feine Stäbchen tragen, welche vollkommen Wimperhaaren ähnlich sind. Die Zellen selbst bilden lange, schmale Cylinder, welche sehr dicht aufeinander stehen (Fig. 11). Wir müssen hier also annehmen, dass die Stäbchen oder Haare des Epitheliums des Vorderdarms durch eine von dem Epithelium selbst ausgeschiedene Masse aneinander geklebt werden, wodurch sie eine Art von mit Querstreifen versehenen Häutchen bilden und dass diese Masse durch Behandlung in Osmiumsäure und

anderen Lösungen aufgelöst wird, wodurch die Haare oder Stäbchen dann frei werden, sonst kann ich mir von dieser höchst eigenthümlichen Erscheinung keine Erklärung geben. Bei denjenigen Papillen welche unmittelbar an der Eingangsöffnung des Darmtractus sich befinden, bemerkt man in regelmässigen Zwischenräumen ein feines, starres Haar, ähnlich wie zwischen den Wimperhaaren der äusseren Haut (Fig. 12), welches aus dem Cuticula-ähnlichen Häutchen hervorragt. Auf die Epithelialschicht folgt dann unmittelbar das mit Muskelfasern durchflochtene Körperparenchym, so dass also die Darmwand nur aus der Epithelialschicht besteht. Aehnlich verhält sich Mittel- und Enddarm, nur mit dem Unterschiede, dass die Epithelialbekleidung eine etwas andere ist. Hier besteht nämlich das Epithelium aus langen schmalen Cylinderzellen. Diese Zellen haben eine Länge von 27--30 Mikromillimeter, bei einer Breite von 4—5 Mikromillm. Auf dem nach der Darmhöhle zugekehrten Theil sind sie mit äusserst zarten, aber sehr langen Wimperhaaren versehen. Diese Haare sind gewöhnlich länger als die Zellen selbst. Wie beim Vorderdarm folgt dann auf diese Epithelialschicht unmittelbar das muskelreiche Körperparenchym. Zwischen den Epitheliumzellen kommen im Mittel- und Enddarm sehr lange, einzellige Drüsen vor. Diese Drüsen sind mit einer grobkörnigen, gelb- oder grünartigen Masse gefüllt und strecken sich mit ihrem basalen Ende ziemlich tief in das Körperparenchym hinein. Von diesen Drüsen hängt die gelbe oder grünliche Farbe des Mittel- und Enddarmes her.

Der Enddarm endigt eben vor dem hinteren Körperende an der Rückenfläche gerade oberhalb des Saugnapfes. An der Afteröffnung bilden die Muskelfasern des Körperparenchymes eine deutliche Ringfaserschicht.

Der ganze Mittel- und Enddarm zeigt wie der Vorderdarm in longitudinalen Reihen angeordnete zottenähnliche Leisten und Falten, welche nur durch Einstülpungen des Körperparenchyms hervorgebracht werden, wodurch also die verdauende Oberfläche bedeutend vergrössert wird. Nach dem Enddarm zu nehmen sie allmählich im Umfang ab und am After selbst fehlen sie vollständig.

---

5. Rüssel.

Der Rüssel ist von den meisten früheren Autoren wohl gesehen, aber falsch gedeutet. BLANCHARD (3) dem wir sonst gute Mittheilungen über die Anatomie von *Malacobdella* verdanken, hat den Rüssel beschrieben als „un vaisseau dorsal, qu'on distingue parfaitement dans toute sa longueur.

Ce vaisseau, étant d'une couleur blanche opaque, se détache nettement sur le canal intestinal, et se voit très-facilement sous la peau transparente de l'animal.

P. J. VAN BENEDEN en HESSE (4) haben den Rüssel als einen Theil der Geschlechtsorgane angesehen und beschrieben, wie aus folgendem Satz hervorgeht:

„Sur la ligne médiane, coupant les anses du tube digestif et formant aussi des replis, se trouve un canal déférent très-consistant. On le poursuit en avant jusque tout près de l'orifice de la bouche et à la terminaison, on voit une sorte de poche séminale assez petite. Il nous a paru que ce canal s'ouvre dans la grande cavité de la bouche; du moins, par la pression, nous avons dégainé cet organe et il nous a paru qu'il faisait saillie dans l'intérieur de cette cavité.

La partie dégainé est un pénis, dont la surface est hérissée de fortes papilles molles".

So weit mir bekannt, hat SEMPER (5) zuerst nachgewiesen, dass *Malacobdella* eine wahre rüsseltragende *Nemertine* sei und so ist es auch wirklich. Während aber bei allen anderen *Nemertinen* die Oeffnung des Darmcanals sich an der Bauchseite befindet in einiger Entfernung von dem vorderen Körperende und der Rüssel sich gewöhnlich vorn in der Spitze des Kopfes, oft ein klein wenig nach der Unterseite zu geneigt sich öffnet, liegt dagegen bei *Malacobdella*, die Oeffnung des Darmes am vorderen Körperende, die des Rüssels an der Rückenfläche in geringer Entfernung von dem vorderen Körperende. Am schönsten kann man sich hiervon an Querschnitten überzeugen.

An dem Rüssel von *Malacobdella* kann man wie bei allen *Nemertinen* drei Theile unterscheiden: den ausstülpbaren Theil, der mit Papillen besetzt ist, den drüsigen Theil und den musculösen Theil, die beiden ersten Abtheilungen gehen ohne be stimmte Grenzen in einander über. Eine Bewaffnung fehlt.

Der Rüssel verläuft in eine Rinne an der Rückenfläche des Darmes und streckt sich fast bis zum hinteren Körperende aus. Er liegt in einer Scheide, der Rüsselscheide, eingeschlossen. Die Wände dieser Scheide werden hauptsächlich gebildet von den Muskelfasern des Körperparenchyms, welche hier zu einer circulairen Faserschicht sich angeordnet haben.

Der vordere, mit Papillen besetzte, ausstülpbare Theil des Rüssels bildet die dickste Partie. Um ihre Structur gut zu studiren muss man Querschnitte anfertigen. Man kann sich dann überzeugen, dass die Wände des papillösen Rüsseltheiles aus drei Schichten von Muskelfasern bestehen, einer longitudinalen und zwei circulären Schichten. Die beiden circulären Schichten sind viel weniger kräftig entwickelt als die longitudinale, welche zwischen den beiden erstgenannten lagert. Dieselbe ist reichlich von bindegewebigen und elastischen Fasern durchzogen. Auf die innere circuläre Muskelschicht folgt eine dünne Lage Bindegewebe, dem die Papillen aufsitzen. Die Papillen bestehen aus einem vollkommen hyalinen Grundgewebe und sind mit kleinen zelligen Gebilden von allen Seiten vollständig bekleidet. Diese zelligen Gebilde sind 0,006—0,008 Millimeter gross und bestehen aus einem feinkörnigen Inhalt (Fig. 8) Wird der Rüssel hervorgestülpt, so bildet die innere papillöse Bekleidung des nicht ausgestülpten Rüssels die äussere Schichte des ausgestülpten Rüssels. Fig. 16 stellt einen Querschnitt vor eines in Ausstülpung begriffenen Rüssels. Die innere papillöse Schicht umschliesst eine kleine, centrale Höhle, die Rüsselhöhle.

Der drüsige Theil des Rüssels stimmt im Bau sehr mit dem papillösen Theil überein. Auch hier kann man an der Wand drei Schichten: eine mittlere longitudinale und eine äussere und innere circuläre Schicht unterscheiden. Im allgemeinen sind aber die musculösen Schichten schwächer entwickelt als in dem papillösen Theil. Auf die innere Muskelschicht folgt eine dünne Bindegewebelage, welcher die Drüsenzellen aufsitzen. Dieselben bestehen aus flaschenförmigen Zellen, welche mit dem bauchigen Theil nach der centralen Höhle zugekehrt sind. Der Inhalt dieser Zellen besteht aus einer grobkörnigen, dunkelgranulirten Masse.

Der hintere Theil des drüsigen Rüsselabschnittes endigt in

einen Blindsack, gerade wie bei den anderen *Nemertinen*, während der noch übrige ziemlich lange musculöse Theil, der nur aus longitudinalen Fasern besteht und als Zurückzieher des Rüssels fungirt, sich an das hintere Ende der Rüsselscheide inserirt.

Der Raum welcher zwischen dem Rüssel und der Rüsselscheidewand übrig bleibt, wird von einer Flüssigkeit angefüllt, in welcher zellige Elemente in ziemlich grosser Zahl angetroffen werden. Einen Zusammenhang der Rüsselscheide-Flüssigkeit mit der der Blutgefässe habe ich nirgend nachweisen können, die Flüssigkeit ist, wie auch von HUBRECHT 2) und KEFERSTEIN (1) QUATREFAGES (9) gegenüber behauptet worden ist, vollkommen in der Rüsselscheide isolirt. Auch hier entsteht die Umstülpung des Rüssels höchstwahrscheinlich im Folge eines Druckes, welchen die sich contrahirende Rüsselscheide auf den flüssigen Inhalt ausübt, dieser Druck, den Anheftungsstellen des Rüssels mitgetheilt, muss hier Umstülpung nach Aussen zur Folge haben.

---

6. Blutgefässsystem.

Bei *Malacobdella* habe ich nur zwei Gefässe, nämlich die zwei Seitengefässe gefunden, ein Rüsselgefäss dagegen, wie dies bei den meisten übrigen *Nemertinen* angetroffen wird, fehlt bei *Malacobdella*. Die Seitengefässe liegen auch hier nicht gerade in den Seiten, sondern meistens ein wenig auf der Rückenfläche, so dass sie in der Ansicht von oben gewöhnlich medianwärts von den Seitennerven zu liegen scheinen, die im Gegensatz zu ihnen sich mehr der Bauchseite nähern. Die Gefässe haben einen geschlängelten Verlauf, sind contractil und haben eigene Wände. Medianwärts giebt jedes Seitengefäss zahlreiche Queräste ab, die sich wieder theilen können und so Anastomosen bilden, wo durch die Seitengefässe mit einander im Zusammenhang stehen. In der Gegend der Gehirnganglien löst jedes Seitengefäss sich in eine grosse Zahl Querzweige auf, die sich nach der Medianlinie zu biegen, und so beiderseits in einander übergehen.

Das Blut ist farblos, enthält jedoch sehr deutlich zellige Elemente, aber eben dadurch dass es farblos ist, wird es äusserst schwierig den Verlauf der Queräste, durch welche die

beiden Seitengefässe mit einander in Zusammenhang stehen zu verfolgen.

Noch eine Besonderheit will ich hier erwähnen. An einzelnen Stellen ist die Innenwand der Blutgefässe deutlich bewimpert. Bei genauer Betrachtung bemerkt man dass eben an dieser Stelle die Wand der Blutgefässe ein kleines rundes Stoma zeigt, in dessen unmittelbarer Umgebung die Wimperhaare angeordnet sind.

---

7. Nervensystem.

BLANCHARD (3) verdanken wir, so weit mir bekannt, die ersten genaueren Angaben über das Nervensystem von *Malacobdella*. Nach ihm besteht das Nervensystem „principalent en deux ganglions cérébroïdes et en une double chaine ganglionaire. Les deux chaines latérales ne se réunissent sur aucun point pour former un collier, elles offrent d'espace en espace des renflements ganglionnaires. Dans le tiers antérieur de leur longueur, elles sont plus rapprochées de la partie supérieure que de la partie inférieure du corps; et dans cette portion, elles présentent trois petits ganglions, d'ou s'échappent des filets très-délées. SEMPER hat diese Angaben von BLANCHARD bestritten und nachgewiesen dass das Nervensystem sich auf's Engste an das der typischen Nemertinen anschliesst, was ich vollkommen bestätigen kann. Der Centraltheil des Nervensystemes besteht aus zwei vorn im Kopfe gelegenen, sehr bedeutend entwickelten Ganglienmassen, (Gehirnganglien) welche nicht wie bei den anderen *Nemertinen* in vier an einanderschliessende Anschwellungen zerfallen, sondern jederseits nur eine einzige Masse bilden, wie von BLANCHARD auch richtig angegeben ist und durch eine dorsale und ventrale Commissur mit einander verbunden sind. Dieser Nervenring umfasst wie bei den *Nemertinen* die Rüsselscheide. Die dorsale Commissur ist ziemlich stark entwickelt und daher gleich zu sehen, viel schwächer dagegen ist die ventrale Commissur. Nach oben und unten verjüngt sich jederseits der Centraltheil des Nervensystemes allmählig zu den Seitennerven. Der obere Seitennerv (vergl. Fig. 20) theilt sich bald in eine ziemlich grosse

Zahl Aeste, welche sich wieder theilen und nach der vorderen Partie des Körpers, der Eingangsöffnung des Darmtractus, und des Rüssels gehen; der untere Seitennerv setzt sich durch die ganze Länge des Körpers fort, giebt überall feine Seitenzweige ab bis in der Gegend des hinteren Saugnapfes, wo der Seitennerv wieder allmählig etwas dicker wird, wie feine Querschnitte deutlich zeigen und von wo aus zahlreiche Zweige in den Saugnapf hineinstrahlen.

Was die histologische Structur des Nervensystems betrifft, so kann ich darüber Folgendes mittheilen. Der Centraltheil des Nervensystemes wird von einer dicken Schicht gewöhnlich kleiner, nur 10—12 Mikromillm. grosser, vollständig homogener Zellen umlagert. Ein Kern liess sich in diesen Zellen nicht nachweisen nur kleine, gelbe Pigmentkörnchen, welche auch theilweise zwischen den Zellen gelagert sind. Das Innere des Centraltheils des Nervensystemes besteht aus äusserst feinen Fasern, zwischen welchen ebenfalls die kleinen, gelben Pigmentkörnchen eingeschaltet sind. Aber nur der Centraltheil des Nervensystemes ist von Zellen umlagert, sie fehlen bestimmt den Seitennerven so wohl dem nach oben als dem nach unten gehenden, dieselben bestehen allein aus Nervenfasern, ebenfalls hier und dort von gelbem Pigment umlagert. Nur der untere, in der unmittelbaren Nähe des Saugnapfes gelegene Theil des hinteren Seitennervs, macht hiervon eine Ausnahme, indem hier wieder der zellige Belag auftritt, von welchem die Verdickung der seitlichen Nerven in dieser Gegend herrührt. Es sint die in und zwischen den Nervenzellen und Nervenfasern gelegenen Pigmentkörnchen, welche die gelbe Farbe des Nervensystemes verursachen. Mit Ausnahme der bei der äusseren Haut schon beschriebenen, höchst wahrscheinlich dem Tastsinn zukommenden Nervenzellen, habe ich bei *Malacobdella* keine Sinnesorgane angetroffen, weder Augen, noch die bei den übrigen *Nemertinen* so häufig vorkommenden Seitenorgane.

---

8. Geschlechtsorgane.

Die *Malacobdellae* sind bekanntlich vom getrennten Geschlecht.

beiden Seitengefässe mit einander in Zusammenhang stehen zu verfolgen.

Noch eine Besonderheit will ich hier erwähnen. An einzelnen Stellen ist die Innenwand der Blutgefässe deutlich bewimpert. Bei genauer Betrachtung bemerkt man dass eben an dieser Stelle die Wand der Blutgefässe ein kleines rundes Stoma zeigt, in dessen unmittelbarer Umgebung die Wimperhaare angeordnet sind.

---

7. Nervensystem.

BLANCHARD (3) verdanken wir, so weit mir bekannt, die ersten genaueren Angaben über das Nervensystem von *Malacobdella.* Nach ihm besteht das Nervensystem „principalent en deux ganglions cérébroïdes et en une double chaine ganglionaire. Les deux chaines latérales ne se réunissent sur aucun point pour former un collier, elles offrent d'espace en espace des renflements ganglionnaires. Dans le tiers antérieur de leur longueur, elles sont plus rapprochées de la partie supérieure que de la partie inférieure du corps; et dans cette portion, elles présentent trois petits ganglions, d'ou s'échappent des filets très-délées. SEMPER hat diese Angaben von BLANCHARD bestritten und nachgewiesen dass das Nervensystem sich auf's Engste an das der typischen Nemertinen anschliesst, was ich vollkommen bestätigen kann. Der Centraltheil des Nervensystemes besteht aus zwei vorn im Kopfe gelegenen, sehr bedeutend entwickelten Ganglienmassen, (Gehirnganglien) welche nicht wie bei den anderen *Nemertinen* in vier an einanderschliessende Anschwellungen zerfallen, sondern jederseits nur eine einzige Masse bilden, wie von BLANCHARD auch richtig angegeben ist und durch eine dorsale und ventrale Commissur mit einander verbunden sind. Dieser Nervenring umfasst wie bei den *Nemertinen* die Rüsselscheide. Die dorsale Commissur ist ziemlich stark entwickelt und daher gleich zu sehen, viel schwächer dagegen ist die ventrale Commissur. Nach oben und unten verjüngt sich jederseits der Centraltheil des Nervensystemes allmählig zu den Seitennerven. Der obere Seitennerv (vergl. Fig. 20) theilt sich bald in eine ziemlich grosse

Zahl Aeste, welche sich wieder theilen und nach der vorderen Partie des Körpers, der Eingangsöffnung des Darmtractus, und des Rüssels gehen; der untere Seitennerv setzt sich durch die ganze Länge des Körpers fort, giebt überall feine Seitenzweige ab bis in der Gegend des hinteren Saugnapfes, wo der Seitennerv wieder allmählig etwas dicker wird, wie feine Querschnitte deutlich zeigen und von wo aus zahlreiche Zweige in den Saugnapf hineinstrahlen.

Was die histologische Structur des Nervensystems betrifft, so kann ich darüber Folgendes mittheilen. Der Centraltheil des Nervensystemes wird von einer dicken Schicht gewöhnlich kleiner, nur 10—12 Mikromillm. grosser, vollständig homogener Zellen umlagert. Ein Kern liess sich in diesen Zellen nicht nachweisen nur kleine, gelbe Pigmentkörnchen, welche auch theilweise zwischen den Zellen gelagert sind. Das Innere des Centraltheils des Nervensystemes besteht aus äusserst feinen Fasern, zwischen welchen ebenfalls die kleinen, gelben Pigmentkörnchen eingeschaltet sind. Aber nur der Centraltheil des Nervensystemes ist von Zellen umlagert, sie fehlen bestimmt den Seitennerven so wohl dem nach oben als dem nach unten gehenden, dieselben bestehen allein aus Nervenfasern, ebenfalls hier und dort von gelbem Pigment umlagert. Nur der untere, in der unmittelbaren Nähe des Saugnapfes gelegene Theil des hinteren Seitennervs, macht hiervon eine Ausnahme, indem hier wieder der zellige Belag auftritt, von welchem die Verdickung der seitlichen Nerven in dieser Gegend herrührt. Es sint die in und zwischen den Nervenzellen und Nervenfasern gelegenen Pigmentkörnchen, welche die gelbe Farbe des Nervensystemes verursachen. Mit Ausnahme der bei der äusseren Haut schon beschriebenen, höchst wahrscheinlich dem Tastsinn zukommenden Nervenzellen, habe ich bei *Malacobdella* keine Sinnesorgane angetroffen, weder Augen, noch die bei den übrigen *Nemertinen* so häufig vorkommenden Seitenorgane.

---

8. Geschlechtsorgane.

Die *Malacobdellae* sind bekanntlich vom getrennten Geschlecht.

Die männlichen sowohl als die weiblichen Geschlechtsorgane sind jedoch wie bei den anderen *Nemertinen* gleich gebaut und angeordnet. Sie bilden Schläuche in den Seitentheilen des Körpers unmittelbar unter der äusseren Körperhaut gelegen und sich dort nach aussen öffnend. Sind die Schläuche ausgewachsen, so drängen sie sich zwischen die Ausstülpungen des Darmes. Jeder Schlauch besteht aus einer bindegewebigen Kapsel und ist in nicht geschlechtsreifem Zustand mit zelligen Elementen gefüllt. Bei ungeschlechtsreifen Thieren verhalten sich die Schläuche bei beiden Geschlechtern vollkommen gleich; bei geschlechtsreifen Thieren dagegen sind die Geschlechter sehr leicht schon mit blossem Auge zu unterscheiden indem die Männchen durch den weissen Inhalt der Hodenschläuche, die Weibchen durch die graue Farbe der dunkelgranulirten Eier der Ovarialschläuche sich unmittelbar von einander unterscheiden lassen. Die Schläuche kommen durch den ganzen Körper verbreitet vor mit Ausnahme des vorderen Körpertheiles wo sie fehlen. Untersucht man ein geschlechtsreifes Thier, so findet man in den Ovarialschläuchen Eier in allen möglichen Stadien der Entwickelung (Fig. 17). Ob die Entwickelung der Eier hier ähnlich vor sich geht, wie von VAN BENEDEN (7) fur Tetrastemma obscurum angegeben ist, dürfte naher untersucht werden. Auch über die Entwickelung der Spermatozoiden habe ich keine bestimmten Untersuchungen angestellt. Ob die Geschlechtsproducte durch praeformirte Oeffnungen oder durch ein Platzen der äusseren Haut an der Stelle aus dem Körper herautreten, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen. Wirkliche praeformirte Oeffnungen habe ich nicht beobachten konnen.

Wenn wir die erhaltenen Resultate noch einmal kurz überblicken, so sehen wir dass die von SEMPER aufgestellte Behauptung — Malacobdella ist eine Nemertine — vollkommen wahr ist. Die äussere Haut, der Rüssel, das Nervensystem, die Blutgefässe, der Darmtractus, die Generationsorgane, kurz die ganze Organisation von Malacobdella, stimmt in der Hauptsache vollkommen mit der einer wahren Nemertine überein.

Indessen weicht der Bau von Malacobdella doch in einigen Punkten von dem der Nemertinen ab. So z. B. mündet der Rüssel nicht am vorderen Körperende oder selbst etwas an der Bauchfläche nach aussen, sondern an der Rückenfläche in einiger Entfernung von dem vorderen Körperende. Die Eingangsöffnung des Darmtractus bildet bei Malacobdella eine breite, quergestellte Spalte und liegt unmittelbar am vorderen Körperende. Das Nervensystem kommt typisch wohl mit dem der übrigen Nemertinen überein, doch zeigt der Centraltheil eine etwas andere Beschaffenheit als bei den anderen Nemertinen. Augen und Seitenorgane fehlen bei Malacobdella bestimmt. Das Körperparenchym ist bei Malacobdella in viel höherem Grad ausgebildet als sonst bei den Nemertinen der Fall ist. Indessen sind doch alle diese Unterschiede von untergeordneter Bedeutung und berechtigen uns jedenfalls wohl nicht, die Gattung Malacobdella von den Nemertinen zu trennen. Man muss wirklich staunen, wie man dazu gekommen ist, die Gattung Malacobdella bei den Hirudineen unter zu ordnen, mit welchen sie doch nichts gemein hat als den hinteren Saugnapf, während sonst die ganze übrige Organisation von der der Hirudineen abweicht.

Bis jetzt sind nur Malacobdella bei Mya, Venus, Cyprina und Cytherea gefunden und — wenigstens so weit mir bekannt — noch nicht bei Pholas.

Nur von dem erstgenannten Muschelthier standen mir Exemplare zur Verfügung und es war mir nicht möglich Unterschiede zu finden zwischen der Malacobdella welche auf Mya und der welche auf Pholas lebt.

Während also der anatomische Bau von Malacobdella sich vollständig dem der Nemertinen anschliesst, zeigt auch die Ontogenie eine vollständige Uebereinstimmung mit den Nemertinen, bei welchen die Entwickeling direct verläuft, wie z. B. bei der Gattung Tetrastemma.

LITTERATUR.

(1) W. KEFERSTEIN. Untersuchungen über niedere Seethiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XII 1863, p. 51—90.

(2) A. A. W. HUBRECHT. Aanteekeningen over de anatomie, histologie en ontwikkelingsgeschiedenis van eenige Nemertinen.
Diss. inaug. Utrecht 1874.

A. A. W HUBRECHT. Untersuchungen über Nemertinen aus dem Golf von Neapel.
Niederl. Archiv für Zoologie. Bd. II. p. 99. 1875.

(3) M. E. BLANCHARD. Mémoire sur l'organisation d'un animal du genre Malacobdella.
Annales des sciences naturelles III Serie Zoologie. T. IV. p. 364. 1845.

(4) P. J. VAN BENEDEN et C. E. HESSE. Recherches sur les Bdellodes ou Hirudinées et les Trématodes marins. 1863. p. 53—59.

(5) C. SEMPER. Die Verwandtschaftbeziehungen der gegliederten Thiere.
Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg. T. III. 1876. p. 141.

(6) A. SCHNEIDER. Untersuchungen über Plathelminten. 1873. p.

(7) E. VAN BENEDEN. Recherches sur la composition et la signafication de l'oeuf.
Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers publiés par l'académie royale de Belgique. T. XXII. 1870.

(8) M. SCHULTZE. Zoologische Skizzen Briefliche Mittheilung von von Siebold
Zeitschrift für wiss Zool. Bd. IV. p. 178. 1853.

(9) A. DE QUATREFAGES. Etudes sur les types inférieurs.
Annales des sciences naturelles 3 Serie. Tom. VI. 1846

(10) W. C. M'ac INTOSH. A Monograph of the British Annilids. Part I en II. The Nemertians. Ray Society. 1874

LITTERATUR.

(1) W. KEFERSTEIN. Untersuchungen über niedere Seethiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XII 1863, p. 51—90.

(2) A. A. W. HUBRECHT. Aanteekeningen over de anatomie, histologie en ontwikkelingsgeschiedenis van eenige Nemertinen. Diss. inaug. Utrecht 1874.

A. A. W HUBRECHT. Untersuchungen über Nemertinen aus dem Golf von Neapel. Niederl. Archiv für Zoologie. Bd. II. p. 99. 1875.

(3) M. E. BLANCHARD. Mémoire sur l'organisation d'un animal du genre Malacobdella. Annales des sciences naturelles III Serie Zoologie. T. IV. p. 364. 1845.

(4) P. J. VAN BENEDEN et C. E. HESSE. Recherches sur les Bdellodes ou Hirudinées et les Trématodes marins. 1863. p. 53—59.

(5) C. SEMPER. Die Verwandtschaftbeziehungen der gegliederten Thiere. Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg. T. III. 1876. p. 141.

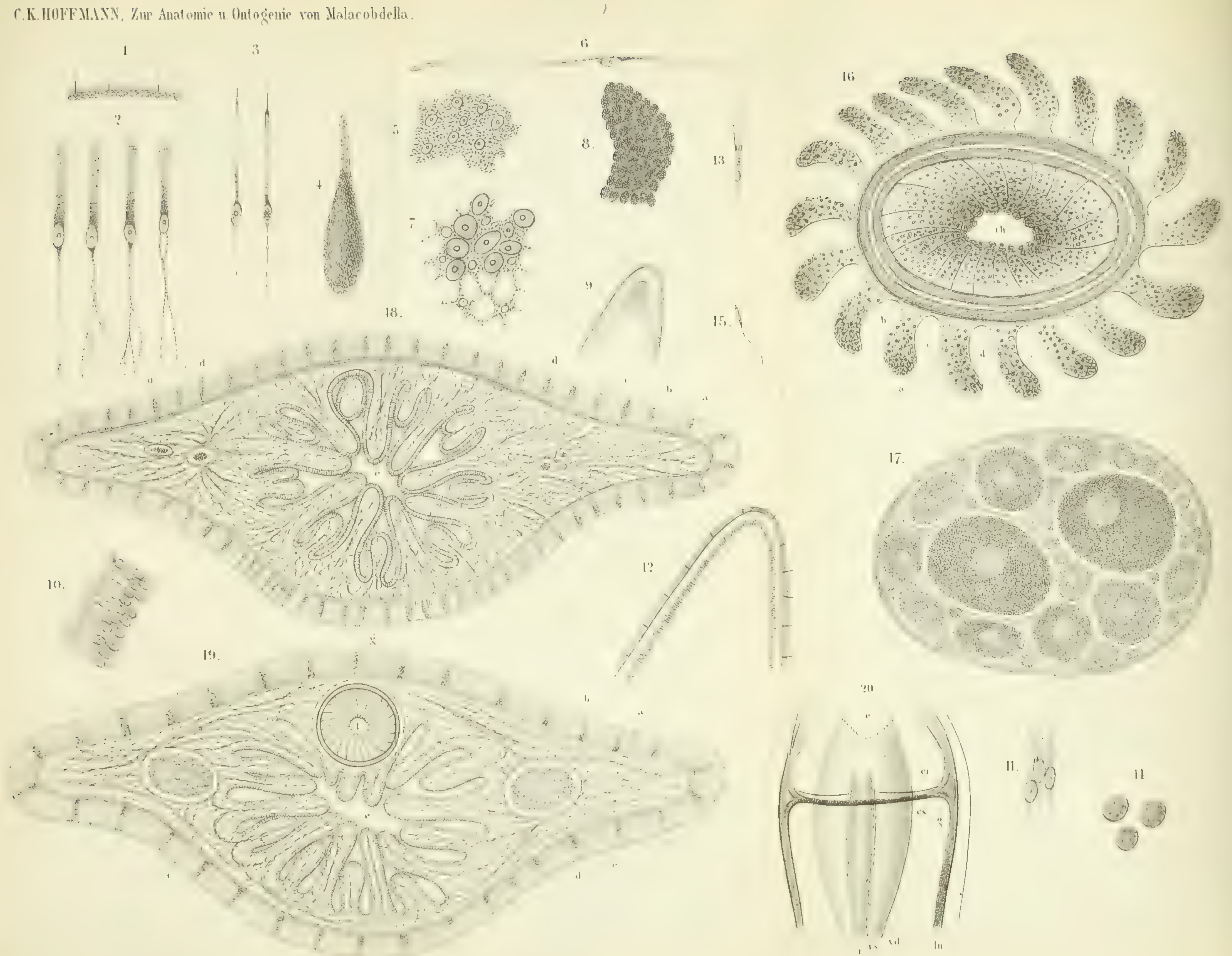
(6) A. SCHNEIDER. Untersuchungen über Plathelminten. 1873. p.

(7) E. VAN BENEDEN. Recherches sur la composition et la signafication de l'oeuf. Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers publiés par l'académie royale de Belgique. T. XXII. 1870.

(8) M. SCHULTZE. Zoologische Skizzen Briefliche Mittheilung von von Siebold Zeitschrift für wiss Zool. Bd. IV. p. 178. 1853.

(9) A. DE QUATREFAGES. Etudes sur les types inférieurs. Annales des sciences naturelles 3 Serie. Tom. VI. 1846

(10) W. C. M'ac INTOSH. A Monograph of the British Annilids. Part I en II. The Nemertians. Ray Society. 1874



A.J. Wendel lith.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Fig. 1. Wimperbekleidung der äusseren Haut von Malacobdella, zwischen den Wimperhaaren bemerkt man hier und dort ein viel längeres starres Haar. Vergr. $\frac{350}{1}$.

Fig. 2. Isolirte Wimperepitheliumzellen der äusseren Haut, nach Behandlung in Osmiumsäure und MÜLLER'scher Flüssigkeit. Vergr. $\frac{550}{1}$.

Fig. 3. Isolirte haartragende Sinnesepitheliumzellen der äusseren Haut, nach Behandlung in Osmiumsäure und MÜLLER'scher Flüssigkeit. Vergr. $\frac{550}{1}$.

Fig. 4. Einzellige Drüsen der äusseren Haut. Vergr. $\frac{450}{1}$.

Fig. 5. Aeusserst feinkörnige Protoplasmamasse, mit eingestreuten Kernen, das MatrixGewebe des Cylinderepitheliums der äusseren Haut. Vergr. $\frac{450}{1}$.

Fig. 6. Isolirte Muskelfaser. Vergr. $\frac{650}{1}$.

Fig. 7. Gewebe des Körperparenchyms. Isolationspraeparat. Vergr. $\frac{650}{1}$.

Fig. 8. Papille des Rüssels. Vergr. $\frac{450}{1}$.

Fig. 9. Zotte aus dem Vorderdarm frisch untersucht Verg. $\frac{80}{1}$.

Fig. 10. Epithelium einer Zotte aus dem Vorderdarm, frisch untersucht. Vergr. $\frac{560}{1}$.

Fig. 11. Isolirte Zellen einer Zotte aus dem Vorderdarm, nach Behandlung in einer Lösung von Osmiumsäure und MÜLLER'scher Flüssigkeit. Vergr. $\frac{700}{1}$.

Fig. 12. Zotte aus dem Vorderdarm in der unmittelbaren Nähe der Eingangsöffnung des Darmtractus. Verg. $\frac{120}{1}$.

Fig. 13. Isolirte Zelle aus dem Mitteldarm. Verg. $\frac{600}{1}$.

Fig. 14. Nervenzellen der Gehirnganglien. Vergr. $\frac{600}{1}$.

Fig. 15. Spermatozoon. Vergr. $\frac{650}{1}$.

Fig. 16. Querschnitt durch den in Umstülpung begriffenen Rüssel. Vergr. $\frac{90}{1}$.

a. Papillen des Rüssels.
b. Auessere circulaire Muskelschicht.
c, Longitudinale Muskelschicht.
d. Innere circulaire Muskelschicht.
rh. Innere Höhlung des sich ausstülpenden Rüssels. Der noch in Ausstülpung begriffene Theil zeigt die sub a-d genannte Zusammensetzung in umgekehrter Reihenfolge.

Fig. 17. Ovarialschlauch mit in verscheidenen Stadiën der Entwickelung begriffenen Eiern. Vergr. $\frac{90}{1}$.

Fig. 18. Querschnitt durch ein junges Thier vor der Oeffnung der Rüsselhöhle. Schwache Vergr.

a. Epidermis.
b. Ringmuskelfaserschicht.
c. Körperparenchym.
d. Querdurchschnittene Nervenstämme.
e. Darmhöhle.

Fig. 19. Querschnitt durch ein junges Thier eben hinter der Ausmündungsstelle des Rüssels

a, *b*, *c*, *e* wie in Fig. 18. Schwache Vergr.
d. Querschnitt durch den Centraltheil des Nervensystemes.
g. Rüssel.
f. Rüsselhöhle.

Fig. 20. Vorderer Theil einer Malacobdella bei schwacher Vergr.

vd. Vorderdarm.
r. Rüssel.
rs. Rüsselscheide.
g. Centraltheil des Nervensystemes.
ln. Lateraler New.
cs. Commissura superior } um den Rüssel.
cs. Commissura inferior }
e. Eingangsöffnung des Darmtractus.

II. ONTOGENETISCHER THEIL.

Die Entwickelungsgeschichte wurde sowohl an künstlich wie an natürlich befruchteten Eiern studirt. Die geschlechtsreifen Eier werden entweder einzeln oder in Häufchen abgesetzt, im letzteren Fall gewöhnlich durch eine zähe Schleimmasse, das Product der einzelligen Drüsen der Haut lose an einander verbunden. So bald die Weibchen ihre Eier abgesetzt haben, fangen auch die Männchen an ihre Spermatozoiden haufenweise zu entleeren. Die künstliche Befruchtung gelingt sehr leicht, man braucht dazu nur ein Weibchen ein wenig zu verletzen, wobei dann die Eier massenweise ausgepresst werden, dasselbe findet statt, wenn man ein Männchen verletzt und man braucht nun die beiderlei Geschlechtsproducte nur in etwas Seewasser mit einander zu vermisschen, um eine künstliche Befruchtung zu Stand zu bringen.

Von allen Stadien der Entwickelung wurden so viel möglich Querschnitten angefertigt. Dazu wurden die Eier auf dieselbe Weise behandelt und gehärtet als bei der Entwickelungsgeschichte von *Tetrastemma varicolor* OERSTED angegeben ist (6). Die geschlechtsreifen Eier von *Malacobdella* sind ungefähr 200 Mikromillm im Durchschnitt. Sie bestehen aus einem fein körnigen, sehr dunkel granulirten Dotter, Dotterhaut, Kern und Eihaut (Fig. 21). Der Dotter besteht aus feinen Dotterkörnchen, welche in eine mehr klare, homogene, zähe Flüssigkeit eingestreut sind, was besonders deutlich hervortritt, wenn man die Eier einige Zeit in Essigsäure von 1 pCt. behandelt. Die Dotterhaut bildet eine äusserst feine Membran, welche nur bei starker Vergrösserung wahrzunehmen ist und an welcher man zuweilen noch eine feine parallele Streifung sehen kann. Der Dotter ist so dunkel granulirt, dass im natürlichen Zustande, wenn man die Eier ohne Deckgläschen betrachtet, von einem Kern nichts zu sehen ist. Derselbe tritt erst dann deutlich hervor, wenn die Eier gelinde unter einem Deckgläschen gepresst werden. Der Kern hat einen Durchmesser von 40—50 Mikromill. Sein Inhalt bildet eine fast wasserklare Flüssigkeit,

in welcher einige kleine Kügelchen herum schweben, deren Inhalt ebenfalls vollkommen durchsichtig ist. Die Kernwand bildet eine ausserst feine, hyaline Membran. Ein Kernkörperchen ist nicht vorhanden Zwischen Eihaut und Dotterhaut liegt eine ziemlich dicke Schichte wasserklarer Flüssigkeit, welche aus einer eiweissartigen Substanz zu bestehen scheint, wenigstens nach Behandlung in Essigsäure, Chromsäure-Lösungen u A, tritt in dieser Masse eine feinkörnige Gerinnung auf. Beim umbefruchteten, geschlechtsreifen Ei liegt die Dotterhaut dem Dotter eng an.

Die Spermatozoiden sind in hohem Grade beweglich, der Schwanztheil auch bei der stärksten Vergrösserung nur haarfein, das Köpfchen ist ein schmales, kurzes Gebilde (Fig. 15).

Bringt man geschlechtsreife Eier und Spermatozoiden in etwas Seewasser mit einander in Berührung, so fangen die Spermatozoiden sogleich an in das Ei zu dringen. Man kann so schnell nicht untersuchen, dass man nicht schon zwischen Eihaut und Dotterhaut zahlreiche Spermatozoiden findet. Wie das Durchdringen von Dotterhaut und Eihaut statt findet, weiss ich nicht, in keiner der beiden Häute kommen praeformirte Oeffnungen vor. Sehr oft habe ich gesehen, dass die Spermatozoiden nicht immer zuerst mit ihrem Kopftheil in den Dotter sich einbohren, sondern gerade umgekehrt, nähmlich mit ihrem feinen Schwanzende. Das haarfeine Schwanzende steckt dann im Dotter und bohrt sich durch die kräftig drehenden Bewegungen des Kopftheiles allmählich tiefer und tiefer in den Dotter hinein. Die Spermatozoiden scheinen vollständig in die Dottermasse hinein dringen und dort ihre Bewegungen noch eine Zeit lang fortsetzen zu können, hiervon habe ich mich einige Male wie ich glaube sicher überzeugen können, indem ich Eier eine Stunde nach der Befruchtung nicht zu stark unter dem Compressorium drückte; zwischen den Dotterkügelchen bemerkt man dann noch einzelne eingewanderte Spermatozoiden, die dort ihre Bewegungen noch mehr oder weniger kräftig fortsetzen.

Mehrmals habe ich ein, der Oberfläche des Dotters aufsitzendes, helles, protoplasmatisches Hügelchen gesehen, ähnlich wie BÜTSCHLI (4) an den Eiern von *Nephelis vulgaris* beschreibt. Ich kann aber um so weniger dasselbe als ein mit dem Dotter zur Vereinigung gelangtes Spermatozoon betrachten, welches in

Folge dieser Vereinigung den Umwandlungsprocess zu dem geschilderten Hügelchen erlitten hat, als ich dasselbe auch an Eiern beobachtet habe, welche entschieden noch nicht mit Spermatozoiden in Berührung gewesen waren, sondern von Weibchen stammten, welche Tage lang isolirt gehalten waren. *So bald ein oder mehrere Spermatozoiden in die Dottermasse eingedrungen sind, gerathen die Dotterkörnchen in eine äusserst lebhafte Bewegung.*

Die ersten Veränderungen welche man an den befruchteten Eiern wahrnimmt, sind Veränderungen des Kernes, welche zu einem vollständigen Verschwinden des Eikernes führen. Leider war die Dottermasse zu dunkel granulirt, um die Veränderungen des Kernes stufenweise zu verfolgen und auch die von BÜTSCHLI angegebene Behandlungsweise mit Essigsäure von 1 pCt. gab keine besseren Resultate. Die Veränderungen welche ich an dem Eikern des befruchteten Eies beobachtet habe, sind die folgenden: die sonst scharf markirte runde Gestalt des Kernes fängt an allmählich undeutlicher zu werden, es ist alsob unter den Augen des Beobachters den Kern vollständig sich auflöste. Eine halbe Stunde nach der Befruchtung sieht man die ersten Veränderungen an dem Eikern eintreten und nach einer Stunde hat der Kern sich vollständig dem Auge entzogen. Bringt man die Eier in diesem Stadium unter das Mikroskop und drückt sie nicht zu stark unter dem Compressorium so ist von dem früheren grossen Kern nichts mehr wahrzunehmen und statt dessen findet man nur ein kleines 16—18 Mikrom. grosses Kernchen welches der Peripherie nahe gerückt ist. (Fig. 22). Durch zahlreiche Untersuchungen habe ich mich überzeugen können, dass dieses kleines Kernchen in Wirklichkeit nichts anders als der veränderte grosse Eikern ist, welcher je mehr er nach der Peripherie gerückt ist, um so mehr seinen wasserklaren Inhalt zum grössten Theil in die Dottermasse hineingepresst hat. Ich will dabei noch gleich hervorheben, dass die Wand des so veränderten Eikerns kein zackiges Aussehen hat, sondern vollkommen glatt und abgerundet erscheint.

Zwei Stunden nach der Befruchtung ist von einem Kern nichts mehr zu sehen und sind die Richtungskörperchen ausgetreten. (Fig. 23). Ob dieselben nichts anders sind als der ver-

änderte und von der Dottermasse ausgestossene Kern, vermag ich nicht zu sagen, indem mir die directe Beobachtung fehlt. Es liegt indessen vor der Hand dies wohl anzunehmen. Dass die Richtungskörperchen um vieles kleiner sind als der ursprüngliche Eikern — eine Thatsache welche mir früher vollständig unerklärlich schien, wenn wirklich die Richtungskörperchen den veränderten Eikern bilden sollen, lässt sich jetzt vollständig erklären aus der Erscheinung dass das Schwinden des Kernes hauptsächlich davon herrührt, dass der grösste Theil des Kernsaftes in die Dottermassa hinübertritt und der Kern also, wenn er der Peripherie nahe gerückt ist, bedeutend kleiner geworden ist. Dass die in die Dottermasse eingedrungenen Spermatozoiden und die darauf folgende höchst lebhafte Bewegung der Dotterkörnchen die erste Veranlassung des allmähligen Verschwindens und höchtwahrscheinlich darauf folgenden vollständigen Hinaustreiben des Kernes bilden, kann man wohl als sicher betrachten. Ich bin in dieser Meinung besonders bestärkt durch folgende Erscheinung: bei künstlich angestellten Befruchtungen habe ich wiederholt Eier beobachtet, an welchen sich eine so massenhafte Menge Spermatozoiden angeheftet hatten, dass durch ihre noch kräftig sehlängelnden Bewegungen, das ganze Ei in eine leicht rotirende Bewegung gerieth. An solchen Eiern ist zuweilen — schon eine halbe Stunde nach der Befruchtung — der ganze Kern in seiner fast vollständigen Grösse ausgepresst, während sonst bei natürlich befruchteten Eiern, wo immer nur einzelne Spermatozoiden an den Eiern haften, die beiden Richtungskörperchen erst nach zwei Stunden sich zeigen.

Die Zahl der Richtungskörperchen beträgt bei der Gattung *Malacobdella* immer zwei. Gewöhnlich liegen sie unmittelbar neben einander, ob sie aber mit einander verbunden sind, weiss ich nicht. In vielen Fällen liegen sie aber auch weit von einander entfernt. Ich will indessen doch bemerken, dass ich dies bei den künstlich befruchteten Eiern viel öfter gesehen habe, wie an den natürlich befruchteten, wo sie fast ohne Ausnahme unmittelbar einander anliegen. Wenn RABL (5) hervorhebt, dass die Richtungsbläschen in der Regel nur die Begleiter der inaequalen oder unregelmässigen Furchung sind und bei den Eiern mit primordialen Furchung — wie Ascidien und Nemertinen —

die Richtungsbläschen in sehr grosser Zahl austreten, wie z. B von DIECK (2) für die *Nemertinen* angegeben wird, so muss ich dieser Behauptung entgegen treten mit der Bemerkung dass so weit meine Untersuchungen reichen auch bei den *Nemertinen*, wie auch bei *Malacobdella* immer nur zwei Richtungskörperchen in normalem Zustende austreten, und dass die von DIECK gesehene grosse Zahl von Richtungsbläschen bei der parasitischen Gattung *Cephalotrix* sicher nicht hierher gehört, sondern zu den abnormen Ablösungen von Furchungszellen, wie dies auch von BÜTSCHLI hervorgehoben wird.

Bekanntlich hat HERTWIG (3) die Behauptung aufgestellt, dass zur Reifezeit des Eies das Keimbläschen eine regressive Metamorphose erleidet und durch Contractionen des Protoplasmas an die Dotteroberfläche getrieben wird. Seine Membran löst sich auf, sein Inhalt zerfällt und wird zuletzt vom Dotter wieder resorbirt, der Keimfleck aber scheint unverändert erhalten zu bleiben, in die Dottermasse selbt hineinzugelangen und zum bleibenden Kern des reifen, befruchtungsfähigen Eies zu werden. Ohne auch an den von HERTWIG bei den Eiern von *Toxopneustes lividus* erhaltenen Resultaten im mindesten zu zweifeln, muss ich doch bemerken, das für Nemertinen (*Tetrastemma*, *Malacobdella*) die HERTWIG'sche Behauptung keine Bedeutung hat, indem so wohl an geschlechts- als ungeschlechtsreifen Eiern ein Kernkörperchen fehlt. Aehnlich beschreibt auch METSCHNIKOFF (1) die Eier von einer in Messina untersuchten *Nemertes*.

Während den beiden ersten Stunden der Befruchtung in welchen die Veränderungen an dem Kern statt finden, welche wahrscheinlich mit einem vollständigen Hinaustreiben des Kerns und seiner Verwandlung in die Richtungsbläschen endigt, fängt der Dotter an, sich stark zu contrahiren und zusammen zu ballen. Beobachtet man in diesem Stadium Eier welche man vor Quetschung und Druckung gut geschützt hat, dann bemerkt man dass die Dottermasse — welche sonst der Dotterhaut eng anliegt — sich bedeutend von der Dotterhaut entfernt hat.

Zwei Stunden nachdem die Richtungskörperchen ausgetreten sind, also ungefähr vier Stunden nach der Befruchtung, hat das Ei sich in zwei vollständig gleiche Stücke getheilt (Fig. 24). Die leider zu dunkel granulirte Dottermasse machte es unmög-

lich genau nach zu forschen, welche Veränderungen in der Dottermasse während des Theilungsprocesses auftreten. Während der Theilung ändert der Dotter fortwährend seine Gestalt, indem er dann wieder der Dotterhaut fast vollständig anliegt, dann wieder um eine bedeutende Strecke sich von dem Dotter entfernt hat.

Die Dottertheilung geht jetzt regelmässig weiter; jedes Stück theilt sich jedesmal wieder in zwei vollständig gleiche Stücke. Sechs Stunden nach der Befruchtung haben sich vier (Fig. 25), nach acht bis neun Stunden haben sich acht Theilstücke gebildet. In diesem Stadium habe ich oft gesehen, dass erst vier der ursprünglichen acht Theilstücke sich regelmässig in zweie getheilt, während die vier anderen sich noch vollständig erhalten hatten und erst eine halbe Stunde nachher auch diese sich anfingen zu theilen.

Nach 20 bis 24 Stunden hat das Ei sich nach so genau möglicher Schätzung in 120—140 (Fig. 26) Stücke getheilt. Querschnitte durch die bis jetzt beschriebenen Stadien zeigen aufs deutlichste, dass die Furchungskugeln einander unmittelbar eng anliegen, dass also in keinem dieser Stadien eine Furchungshöhle vorhanden ist (Fig. 27).

Nach zwei Mal vier und zwanzig Stunden ist die Furchung beendigt. Das jetzt vollständig abgefurchte Ei besteht aus einer überaus grossen Zahl kleiner Furchungskugeln, welche fast alle von gleicher Grösse sind. Jede dieser Furchungskugeln besteht aus einer homogenen, zähen Flüssigkeit, in welcher die Dotterkörnchen abgelagert sind. In der Mitte befindet sich ein kleiner Kern mit einem vollkommen klaren Inhalt (Fig. 29). Macht man in diesem Stadium einen Querschnitt durch das so abgefurchte Ei, so bemerkt man dass die Furchungskugeln einander unmittelbar prall anliegen und alle noch dieselbe Structur zeigen (Fig. 28).

Am dritten Tag bemerkt man, dass die äussere Schicht der Furchungskugeln, welche das künftige Ektoderm bilden sollen, sich mit feinen Flimmerhaaren bedekt hat. Das Embryo fängt jetzt an noch innerhalb der Dotterhaut zu rotiren. Querschnitte durch Embryonen in diesem Stadium zeigen, dass sonst die äussere Schicht der Furchungskugeln, mit Ausnahme

der Flimmerhaare sich ganz noch so verhält wie die übrigen Furchungskugeln, welche ihr auch noch unmittelbar anliegen.

Am vierten Tag durchsprengt das Embryo die Dotterhaut, bleibt jedoch noch von der Eihaut umschlossen. Die Flimmerhaare des Ektoderms, (denn als solches dürfen wir jetzt wohl die äussere Schicht der Furchungskugeln betrachten) haben sich kräftiger ausgebildet. Zugleich bemerkt man, dass an dem einen Pole welche man als den „Afterpol" bezeichen kann, das Ektoderm sich etwas von den übrigen Furchungskugeln abhebt, dass also zwischen Ektoderm und den centralen Furchungskugeln in dieser Gegend eine helle Stelle sich zu bilden anfängt, welche die künftige Leibeshöhle bildet.

Am fünften Tage bemerkt man, dass an dem entgegengesetzten Pol, welcher den „Mundpol" darstellt, sich ein Bündel langer Geisselhaare entwickelt hat, während auch die übrigen Flimmerhaare des Ektoderms immer deutlicher und kräftiger werden. Das Ektoderm bildet eine einschichtige Lage schöner, mehr oder weniger abgeplatteter, äusserst blass feinkörniger Zellen mit deutlichem Kern. Zum grössten Theil liegt das Ektoderm den übrigen noch nicht differenzirten Furchungskugeln eng an, nur an der Stelle wo es sich zuerst von der centralen Furchungsmasse abgehoben hat, entfernt es sich mehr und mehr von derselben. In dem so entstandenen mit klarer Flüssigkeit angefüllten Leibesraum sieht man jetzt einige wenige Zellen von rundlicher Gestalt, sich frei hin und herbewegen. Diese Zellen welche das künftige Mesoderm bilden, sind von der centralen Furchungsmasse abgelöste Zellen. Sehr schön lassen sich besonders die Verhältnisse an Querschnitten studiren (Fig. 30).

In diesem Stadium durchbricht das Embryo auch die Dotterhaut und fängt an frei umherzuschwimmen.

Am sechsten bis siebenten Tag hat das Ektoderm sich mehr und mehr von der centralen Furchungsmasse abgehoben und nur an dem Pole wo sich die langen Geisselhaare befinden liegt das Ektoderm den centralen Furchungskugeln eng an. Der Raum zwischen den centralen Furchungunskugeln und dem Ektoderm ist immer grösser und grösser geworden, die Mesodermzellen sind bedeutend in Zahl zugenommen, während die Masse

der centralen Furchungskugeln viel kleiner geworden ist. Letztere haben sich jedoch noch nicht differenzirt, von einem Darm oder einer Mundöffnung ist noch nichts zu sehen, wovon man sich am besten an Querschnitten überzeugen kann. Die Zunahme der Mesodermzellen geht hauptsächlich wohl auf Kosten der centralen, noch nicht differentirten Furchungskugeln vor sich (Fig. 31 und 32). Von jetzt an verläuft die Entwickelung bei den verschiedenen Embryonen nicht mehr so gleichmässig. Die noch nicht differenzirten centralen Furchungszellen hangen jetzt als ein solider Zapfen frei in der Leibeshöhle. Am neunten bis zehnten Tag bemerkt man dass die peripherische Schicht dieses Zapfens sich deutlicher als eine besondere Zellenschicht differenzirt hat und das Entoderm, oder das Darmdrüsenblatt darstellt. Die übrigen von dieser Zellenschicht umschlossenen embryonalen Furchungskugeln sind theilweise sehon in fettige Degeneration zerfallen und bilden eine körnige Detritusmasse welche dem Embryo als Nahrung zus Gute kommt. In diesem Stadium können wir also sehr deutlich drei Keimblätter — Ektoderm, Mesoderm und Entoderm — unterscheiden. Einige der Mesodermzellen haben sich schon in sternförmige, mit zahlreichen Ausläufern verschene Zellen umgebildet, welche schon theilweise mit einander anastomosiren, theilweise das Entodern mit dem Ektoderm in Verbindung setzen und also zur Befestigung des embryonalen Darmes mit der äusseren Haut dienen, sie bilden also das embryonale Körperparenchym. (Vergl. Fig. 33). Um diese Zeit fängt der Bündel langer Geisselhaare am vorderen Körperende allmählich an zu schwinden ; die Mesodermzellen wandeln sich mehr und mehr in Körperparenchymzellen um Die Entodermzellen zeigen jetzt auch eine deutliche Proliferation und rücken mehr und mehr dem hintern Körperende zu, welches sie am zwölften bis vierzehnten Tag endlich vollständig erreicht haben. (34) Die im vorderen Theil der Darmhöhle noch vorhandenen Furchungskugeln schwinden mehr und mehr, endlich bricht die Mund, etwas später auch die Afteröffnung durch, und hiermit ist die embryonale Entwickelung beendigt.

Ungeachtet aller darauf verwendeten Mühe, ist es mir nicht gelungen die Embryonen weiter zu züchten, sie entwickelten

sich nicht weiter und gingen allein diesem Stadium zu Grunden, so dass ich über die Entwickelung des Nervensystemes und des Rüssels nichts weiter angeben kann.

Wenn wir jetzt noch einmal die gewonnenen Resultate über blicken, so sehen wir zuerst, dass die Entwickelung bei *Malacobdella* eine directe ist. Drei Keimblätter: Ektoderm, Mesoderm und Entoderm lassen sich als drei scharf von einander getrennte Zellschichten nachweisen. Das Mesoderm bildet sich, wie bei Tetrastemma, nicht aus Entoderm oder Ektoderm, sondern direct aus embryonalen Furchungskugeln; zuerst bildet sich das Ektoderm; durch Abheben des Ektoderms von den übrigen centralen Furchungskugeln entsteht die erste Anlage der Leibeshöhle; durch Abspaltung der centralen Furchungskugeln entwickelt sich das Mesoderm; von den übrig gebliebenen centralen Furchungskugeln bildet die peripherische Schicht das Entoderm, die übrigen von dem Entoderm umschlossenen gehen in fettige Degeneration über und dienen dem Embryo zur Nahrung. Der von dem Entoderm umschlossenen, mit in fettiger Degeneration begriffenen Furchungskugeln gefüllte Raum bildet die Darmhöhle. Die Entodermzellen fangen jetzt an zu proliferiren und erreichen den hinteren Körperpol; Mund- und Afteröffnung brechen von innen nach aussen durch.

Die Entwickelung von *Mallacobdella* ist also eine directe, gerade wie bei *Tetrastemma*. Eine Gastraea fehlt.

Wir sehen also dass nicht allein der anatomische Bau, sondern auch die Entwickelung von Malacobdella vollkommen mit einer wahren Nemertine *(Tetrastemma)* übereinstimmt.

LITTERATUR.

(1) E. METSCHNIKOFF. Studien über die Entwickelung der Echinodermen und Nemertinen.

Mémoires de l'Acad. impériale des sciences de St. Pétersbourg. Bd. XIV. 1870.

(2) G. DIECK. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Nemertinen. Jenaische Zeitschrift. Bd. 8. 1874.

(3) O. HERTWIG. Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies.

Morphologischen Jahrb. Bd. I. 1875.

(4) O. BÜTSCHLI. Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizellen, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. 1876.

(5) C RABL. Ueber die Entwickelungsgeschichte der Mahlermuschel. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. X. 1876.

(6) C. K. HOFFMANN. Over de ontwikkelingsgeschiedenis van Tetrastemma varicolor Oersted. Eene bijdrage tot de kennis der Nemertinen.

Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Afd. Natuurkunde, 2e Reeks, deel X. 1877.

C. K. HOFFMANN. Beiträge zur Kenntniss der Nemertinen.

I. Zur Entwickelungsgeschichte von Tetrastemma varicolor Oersted.

Niederl. Archiv für Zoologie. Bd. III. 3 Heft. 1877.

LITTERATUR.

(1) E. METSCHNIKOFF. Studien über die Entwickelung der Echinodermen und Nemertinen.

Mémoires de l'Acad. impériale des sciences de St. Pétersbourg. Bd. XIV. 1870.

(2) G. DIECK. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Nemertinen. Jenaische Zeitschrift. Bd. 8. 1874.

(3) O. HERTWIG. Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies.

Morphologischen Jahrb. Bd. I. 1875.

(4) O. BÜTSCHLI. Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizellen, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. 1876.

(5) C RABL. Ueber die Entwickelungsgeschichte der Mahlermuschel. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. X. 1876.

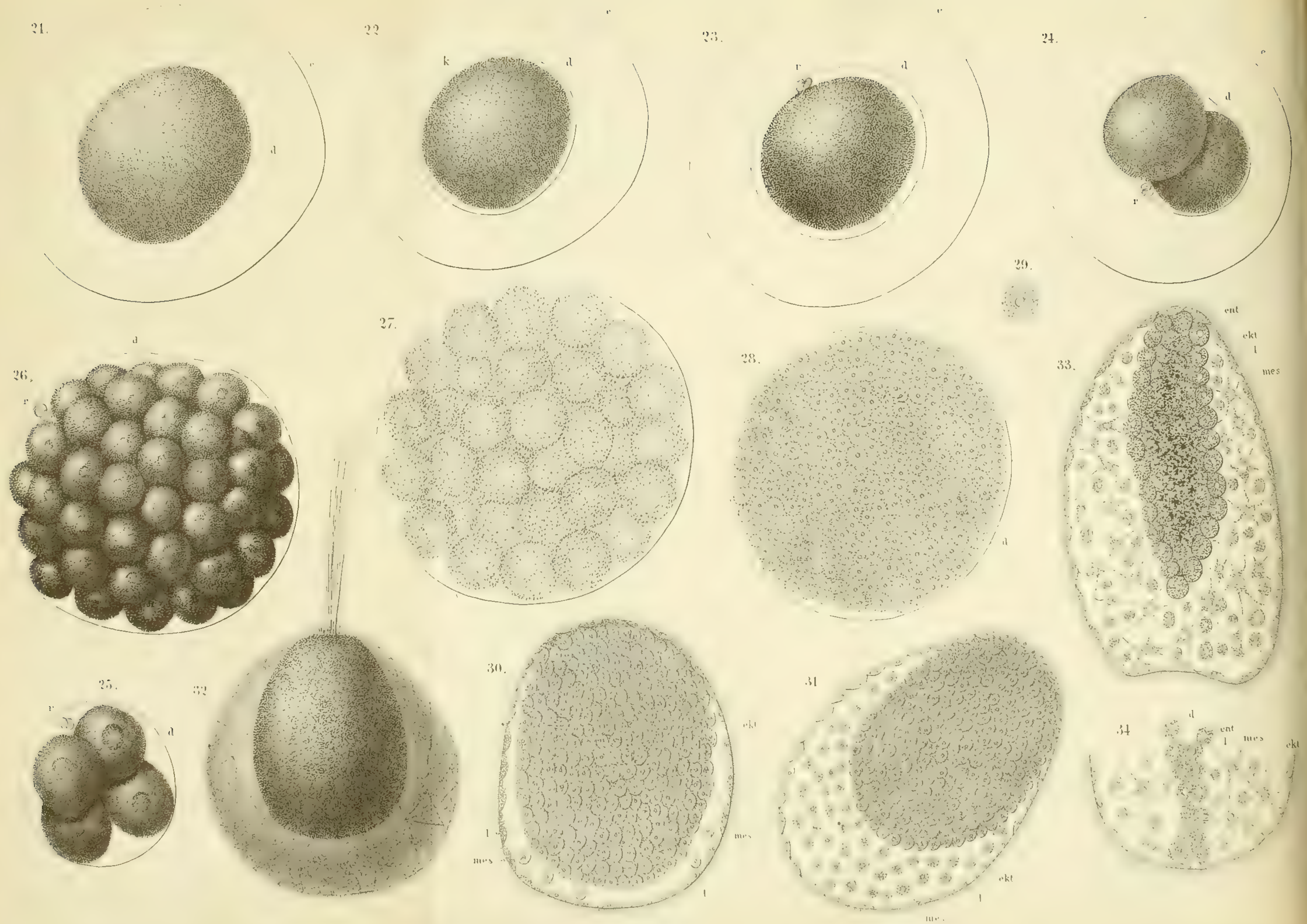
(6) C. K. HOFFMANN. Over de ontwikkelingsgeschiedenis van Tetrastemma varicolor Oersted. Eene bijdrage tot de kennis der Nemertinen.

Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Afd. Natuurkunde, 2e Reeks, deel X. 1877.

C. K. HOFFMANN. Beiträge zur Kenntniss der Nemertinen.

I. Zur Entwickelungsgeschichte von Tetrastemma varicolor Oersted.

Niederl. Archiv für Zoologie. Bd. III. 3 Heft. 1877.


21.
22
23.
24.
26.
27.
28.
29.
33.
25.
32
30.
31
34
d
e
k
r
ent
ekt
mes
l

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Für Fig. 21—34 gültige Bezeichnung.

e. Eihaut.
d. Dotterhaut.
k. Kern.
r. Richtungskörperchen.
ekt. Ektoderm.
mes. Mesoderm.
ent. Entoderm.

Alle auf die Entwickelungsgeschichte Beziehung habenden Figuren sind vermittelst des Zeichenprismas entworfen.

Fig. 21. Unbefruchtetes geschlechtsreifes Ei von Malacobdella. (Das Ei ist gedrückt um den Kern besser sehen zu können Vergr. 180.

Fig. 22. Ei eine Stunde nach der Befruchtung. Vergr. 140.

Fig. 23. Ei zwei Stunden nach der Befruchtung. Die Richtungskörperchen sind ausgetreten. Vergr. 140.

Fig. 24. Ei in zwei gleich grosse Stücke getheilt. Vergr. 140.

Fig. 25. Ei in vier gleich grosse Stücke getheilt. (Eihaut fortgelassen). Vergr. 140.

Fig. 26. Ei 24 Stunden nach der Befruchtung. Vergr. 220.

Fig. 27. Querschnitt durch dieses Stadium. Vergr. 260.

Fig. 28. Querschnitt durch ein abgefurchtes Ei, zwei Mal vier und zwanzig Stunden nach der Befruchtung. Vergr. 260.

Fig. 29. Frische Furchungskugel aus diesem Stadium. Vergr. 420.

Fig. 30. Werklicher Längsschnitt eines Embryo des fünften Tages. Vergr. 260.

Fig. 31. Werklicher Längsschnitt eines Embryo des siebenten Tages. Vergr. 260.

Fig. 32. Embryo des siebenten Tages. Vergr. 260.

Fig. 33. Optischer Längsschnitt eines Embryo des zehnten Tages Vergr. 300.

Fig. 34. Bildung der Afters. Optischer Längsschnitt eines Embryo des vierzehnten Tages.

AFWIJKING

IN DE

BOGEN DER LENDENWERVELS.

DOOR

T. ZAAIJER.

De aangeboren afwijkingen, welke in de wervelkolom van den mensch worden waargenomen, hebben in de eerste plaats betrekking op het aantal wervels. Dit kan verminderd zijn; gewoonlijk wordt dan een der borst- of lendenwervels, slechts zeer zelden een der hals- of heiligbeenswervels gemist.

Vermeerdering van het aantal wervels wordt echter veel meer waargenomen; men heeft haar in alle gedeelten der wervelkolom gezien, maar zij komt eveneens in het halsgedeelte buitengewoon zeldzaam voor.

Enkele malen heeft men wigvormige, onvolkomen ontwikkelde wervels tusschen de anderen ingeschoven aangetroffen (z. g. Schaltwirbel); ook daardoor kan het aantal wervels vergroot zijn. In sommige gevallen van wervelverschuiving (spondylolisthesis) zijn dergelijke rudimentaire wervels in het lendengedeelte waargenomen *).

---

*) Zie: *Museum Anatomicum Academiae Lugduno-batavae*, Vol. 3, p. 351, Bonn, N°. 310 en Vol. 4, Tab. 51, fig. 2 en 3, waar een zeer belangrijk voorbeeld van deze afwijking beschreven en afgebeeld wordt; het voorwerp zelf is nog in de verzameling aanwezig. Verder MEYER (*Zeitschr. f. rat. Med.*, Neue Folge, Bd. 6, S. 152) en LAMBL (*Das Wesen und die Entstehung der Spondylolisthesis* in SCANZONI's *Beiträge zur Geburtshülfe und Gynaekologie* Bd. 3, S. 1.).

Onlangs zag ik aan een gedeelte van een wervelkolom, bestaande uit den 12^{den} borstwervel en de bovenste 3 lendenwervels, een afwijking, die, voor zoo ver mij bekend is, nog nimmer beschreven is. Ik meen, dat zij belangrijk genoeg is om hier medegedeeld te worden. Het meest in het oog vallend is de vermeerdering der bogen, terwijl het getal der wervellichamen normaal is. Ik laat hier allereerst de beschrijving volgen.

De wervels zijn afkomstig van een volwassen persoon; geslacht en leeftijd zijn onbekend. Het schijnt te betreuren dat slechts 4 wervels onderzocht konden worden; maar dit bezwaar is gering omdat de afwijking, die hoofdzakelijk in den 3^{den} lendenwervel zetelt, op de lager gelegen wervels weinig invloed kan uitgeoefend hebben, zoo als uit de beschrijving blijken kan.

Van het lichaam van den *derden lendenwervel*, dat niets abnormaals vertoont, ontspringt op de gewone wijze één boog; de wortel van dien boog heeft aan de linkerzijde een hoogte van 19 mm., aan de rechterzijde van slechts 16 mm.

De normale processus costarius is links 22 mm., rechts 26 mm. lang.

De processus mamillaris is aan beide zijden duidelijk; de processus transversus accessorius is links goed, rechts nauwlijks te herkennen.

In het tusschen de gewrichtsuitsteeksels gelegen gedeelte van den boog (de z. g. pars interarticularis) ziet men links de sporen eener vroeger bestaan hebbende scheiding in den samenhang (fig I. a). Aan de rechter zijde bestaat op dezelfde plaats die scheiding nog, en zijn de uiteinden van een gladde oppervlakte voorzien en ongeveer 1 mm. van elkander verwijderd (fig. II. b). Dit gewricht is verder van de basis van den rechter processus costarius verwijderd dan de plaats der vergroeiing van die van hetzelfde uitsteeksel aan de linkerzijde

De bovenrand van het linker onderste gewrichtsuitsteeksel bevindt zich nagenoeg op dezelfde hoogte als de benedenvlakte van het wervellichaam; aan de rechterzijde staat de bovenrand van den processus articularis inferior 5 mm lager.

Het onderste doornvormig uitsteeksel is met betrekking tot het lichaam van den wervel lager geplaatst dan gewoonlijk; het

laagste gedeelte komt zelfs nog beneden den onderrand der onderste gewrichtsuitsteeksels.

Aan normaal gevormde lendenwervels bevindt de onderrand van den processus spinosus zich in den regel ongeveer op gelijke hoogte met de ondervlakte van het lichaam, terwijl de processus articulares inferiores verder naar beneden reiken.

De processus spinosus van het onderste boogstuk wijkt, vooral beneden, naar links af en in verband hiermede is de stand van het achterste gedeelte van den ondersten boog sterk asymmetrisch.

Boven den tot dus ver beschreven boog en op een zeer eigenaardige wijze daarmede verbonden is een tweede achterste boogstuk, van processus spinosus en articulares voorzien, geplaatst. De vereeniging tusschen beide stukken komt op de volgende wijze tot stand.

De processus articularis superior van den ondersten boog is aan de linker zijde naar achteren en binnen gekeerd, is laag en bereikt nauwlijks het niveau der bovenvlakte van het wervellichaam. Daar tegenover staat, met een tusschenruimte van ongeveer 1 mm., een gewrichtsvlakte van het tweede boogstuk, dat daarboven nog een uitsteeksel bezit, waarvan de gewrichtsvlakte naar voren en buiten gekeerd is en met den processus articularis inferior van den tweeden lendenwervel articuleert.

De rechter helft van het tweede boogstuk is innig verbonden met den wortel van den ondersten boog. Aan de achterzijde ziet men de sporen eener vroeger bestaan hebbende scheiding tusschen deze deelen.

Het bovenste gewrichtsuitsteeksel verhoudt zich rechts geheel op dezelfde wijze als aan de linker zijde.

De rechter helft van het bovenste boogstuk is sterker dan de linker. Het bovenste doornvormig uitsteeksel is symmetrisch geplaatst. Tusschen de beide bogen bevindt zich een onregelmatige spleet.

Het lichaam van den *tweeden lendenwervel* vertoont geen afwijkingen.

De boog is sterk assymmetrisch, links veel krachtiger dan rechts, zooals blijken kan uit enkele maten, die ik aan beide zijden nam.

De wortel van den boog heeft links een hoogte van 17 mm., rechts van 15 mm. De afstand tusschen den bovenrand van den processus articularis superior en den benedenrand van den processus articularis inferior bedraagt links 42 mm., rechts 34 mm.

De processus costarius heeft eene lengte links van 16 mm., rechts van 15 mm.

De processus mamillaris en transversus accessorius zijn aan beide zijden duidelijk, maar links iets krachtiger dan rechts.

Het doornvormig uitsteeksel staat schuins en wijkt van links en boven naar rechts en beneden af. Zijn bovenrand komt iets hooger dan de bovenvlakte van het lichaam des wervels; de onderrand ligt nagenoeg in het niveau van den onderrand van den boogwortel.

De bovenste gewrichtsuitsteeksels zijn naar voren en eenigszins naar binnen gericht; het rechter benedenste gewrichtsuitsteeksel is geheel naar achteren, het linker tevens ietwat naar binnen gekeerd.

Het lichaam van den *eersten lendenwervel* heeft links een hoogte van 25 mm., rechts van 28 mm.

De wortel van den boog is aan beide zijden 17 mm. hoog.

De processus costarii hebben een lengte van 20 mm.

De processus mamillaris en transversus accessorius zijn links duidelijker dan rechts.

De afstand tusschen den bovenrand der bovenste en den benedenrand der onderste gewrichtsuitsteeksels bedraagt aan beide zijden 31 mm.

De gewrichtsvlakten van al de processus articulares zijn bijna geheel naar achteren gericht.

Het meest in het oog vallend is hier de geringe ontwikkeling van het achterste gedeelte van den boog en van den processus spinosus.

De hoogte van dit boogstuk bedraagt nauwlijks 10 mm.

De processus spinosus is aan het voorste gedeelte 8 mm. hoog, eindigt stomp naar achteren en heeft een lengte van 15 mm.

De gewrichtsvlakten der processus articulares inferiores van den *twaalfden borstwervel* zijn bijna geheel naar voren gericht. Overigens is deze wervel normaal.

De beschreven wervels vertoonen dus de volgende bijzonderheden:

1°. Verdubbeling van het achterste boogstuk en van het doornvormig uitsteeksel van den derden lendenwervel;

2°. Scheiding in den samenhang tusschen den boogwortel en het achterste stuk van den ondersten boog van denzelfden wervel;

3°. De abnormale stand van bijna al de gewrichtsuitsteeksels der beschreven wervels en van het doornvormig uitsteeksel van den tweeden lendenwervel;

4°. De geringe grootte van het achterste boogstuk en van den processus spinosus van den eersten lendenwervel.

Hoe moet in de eerste plaats deze verdubbeling van den boog van den derden lendenwervel opgevat worden en is zij voor verklaring vatbaar?

De normale ontwikkelingsgeschiedenis der wervelkolom geeft die verklaring niet; wij moeten haar dus elders trachten te vinden.

Vermeerdering van het aantal wervels in verschillende gedeelten der wervelkolom behoort, zoo als reeds in den aanvang werd opgemerkt, indien men het halsgedeelte uitzondert, volstrekt niet tot de zeldzaamheden.

Ik heb vóór mij de in de ontleedkundige verzameling alhier berustende wervelkolom van een volwassen man; hieraan bevinden zich slechts 6 halswervels, terwijl daarentegen 15 ribbendragende wervels aanwezig zijn. Het aantal der lenden- en der heiligbeenswervels bedraagt 5. Er zou twijfel kunnen bestaan of wat ik als eersten borstwervel beschouw niet liever als ribbendragende halswervel zou moeten opgevat worden; maar het geheele voorkomen van dezen wervel is met die laatste opvatting in strijd. In elk geval is het getal wervels met twee vermeerderd.

Niet altijd zijn de boven het normale getal aanwezige wervels behoorlijk ontwikkeld. In het begin noemde ik reeds als voorbeelden daarvan de z. g. Schaltwirbel en die gevallen van spondylolisthesis, waarbij rudimentaire wervels in het lendengedeelte zijn waargenomen.

Tusschen de geheel gevormde en de rudimentaire overtollige wervels bestaat echter geen wezenlijk verschil; beide vormen

hebben dezelfde beteekenis. Daar er alle grond bestaat om aan te nemen dat de verre voorouders van den mensch een veel grooter aantal wervels bezeten hebben dan de mensch in den regel thans bezit, moet de somtijds voorkomende vermeerdering van het aantal wervels als een atavistisch verschijnsel, als een „Rückschlag" opgevat worden.

Is die opvatting juist voor de geheele wervels dan moet zij, mijns inziens, ook hier gelden, waar wij te doen hebben met een vermeerdering van het aantal wervelbogen of liever met een boven het normale getal aanwezig achterste boogstuk.

Het onderste boogstuk behoort zonder eenigen twijfel tot den derden lendenwervel; het bovenste stuk is overtollig en het wervelligchaam benevens de boogwortel, waartoe dit stuk zou behoord hebben, ontbreken.

De tweede afwijking is de scheiding in samenhang tusschen den boogwortel en het achterste stuk van den ondersten boog. Door MAYER *), LAMBL †), SCHWEGEL §) en anderen worden voorbeelden van deze afwijking, die zich vooral tot het lendengedeelte schijnt te bepalen, meegedeeld. Zij bestaat daarin, dat de continuiteit van den boog in het tusschen de gewrichtsuitsteeksels gelegen gedeelte (pars interarticularis) verbroken is; in sommige gevallen doet zij zich als een wezenlijk gewricht voor. In dit laatste geval kan zij den naam van diarthrosis interarticularis dragen **).

De ontleedkundige verzameling alhier bezit enkele voorbeelden van deze anomalie; aan de wervelkolom van een volwassen man zijn de achterste boogstukken van den 4[den] en 5[den] lendenwervel los gebleven. Aan twee bovenste sacraalwervels vond ik eveneens de achterste boogstukken los.

In den hier beschreven derden lendenwervel is aan de rechter zijde een diarthrosis interarticularis aanwezig (Fig. II. b);

---

*) VIRCHOW's *Archiv für pathol. Anat., Physiologie und klinische Medicin,* Bd. 16, S. 65.

†) t. a. p. bl. 32.

§) HENLE und PFEUFER, *Zeitschr für rationelle Medicin,* 3e Reihe, Bd. 5, S. 213.

**) LUSCHKA, *die Anatomie des menschlichen Bauches,* Tübingen, 1863. S. 91.

aan de linker zijde moet vroeger een dergelijke verhouding bestaan hebben. Aan die zijde zijn echter de beenuiteinden met elkander vergroeid geruimen tijd vóór dat de wervel zijn wasdom had bereikt.

Hieruit is de asymmetrie van den boog en den processus spinosus gereedelijk te verklaren.

Aan de rechter zijde toch is aan de met kraakbeen bekleede gewrichtsuiteinden de beenzelfstandigheid blijven doorgroeien, terwijl aan de linker zijde door de ankylose van het gewricht deze bron voor den beengroei was weggenomen. De massa moest dus rechts meer toenemen dan links en de doorn ten gevolge daarvan naar links afwijken.

Ik heb getracht eene verklaring te vinden van het somwijlen voorkomen dezer abnorme verhouding (synchondrose of gewricht) in het tusschen de gewrichtsuitsteeksels gelegen gedeelte van den wervelboog. Daar het daarvoor noodzakelijk was de normale ontwikkeling des wervels na te gaan, heb ik in de eerste plaats hen geraadpleegd, die zich daaromtrent het uitvoerigst hebben uitgelaten.

Ik bepaal mij hier tot een korte mededeeling der resultaten van M. J. WEBER en van RAMBAUD en RENAULT.

Volgens WEBER *) ontstaan in de lichamen van alle wervels, met uitzondering van de beide bovenste halswervels en van de staartbeenswervels 8 verbeeningspunten en wel 4 naast elkander liggende bovenste en 4 naast elkander liggende onderste. In de wervelbogen, die nog lang na de geboorte uit twee gescheiden helften bestaan, vormen zich twee verbeeningspunten. De beide helften van den boog vergroeien eerst met elkander bij het doornvormig uitsteeksel en eerst later met het lichaam. De accessoire verbeeningspunten aan de uitsteeksels en aan de boven- en benedenvlakte der wervellichamen kunnen hier buiten beschouwing blijven.

De resultaten van RAMBAUD en RENAULT †) wijken in vele

---

*) *Vollständiges Handbuch der Anatomie des menschlichen Körpers*, Bd I. S. 227. Leipzig, 1845.

†) *Origine et développement des os*, Paris, 1864, p. 73—76.

opzichten van die van WEBER af. Volgens hen heeft de ontwikkeling der wervels in den regel op de volgende wijze plaats. Omstreeks het midden der derde maand, somtijds iets later, vertoonen de wervels een in het midden gelegen ossificatie-centrum (point médian) en daarachter een tweede punt (point accessoire du médian); uit deze beide punten ontstaat het grootste gedeelte van het wervellichaam. Zijdelings komen twee verbeeningspunten (point latéral antérieur et postérieur); het voorste voor den boogwortel en een deel van het wervellichaam, het achterste van den eigenlijken wervelboog (toute la lame proprement dite.) Ten laatste komt er nog een „point latéral intermédiaire", gelegen aan de buitenzijde van de reeds met elkander vergroeide zijdelingsche punten, als aanleg voor het dwarse uitsteeksel. Daar de vergroeiing der beide zijdelingsche punten, indien ik het hieromtrent meegedeelde goed verstaan heb, vóór de pars interarticularis tot stand komt, kan daaruit het voorkomen der diarthrosis interarticularis niet verklaard worden. De mededeelingen van WEBER zijn daartoe evenmin voldoende.

Ten einde de zaak zoo mogelijk tot klaarheid te brengen heb ik een aantal wervelkolommen van zeer verschillenden leeftijd op dit punt onderzocht. Bij het jongste voorwerp, dat ik in verschen toestand te mijner beschikking kreeg, een vrucht van omstreeks vier maanden, was de pars interarticularis der wervels nog geheel kraakbeenig. Ik vervaardigde zeer dunne doorsneden van dit gedeelte van den wervelboog en zag nergens scheiding in den samenhang of een verschil in de plaatsing der kraakbeencellen, waaruit afgeleid kon worden dat later daar een scheiding zou kunnen tot stand komen. De resultaten, die ik aan oudere voorwerpen, zoowel vóór als na de geboorte, verkreeg, waren eveneens negatief.

De vergelijkende ontleedkunde verschaft niet meer licht. Het losblijven toch der wervelbogen bij schildpadden en krokodillen is niet gelijk te stellen met de hier bedoelde afwijking, daar de naad bij deze dieren tusschen het wervellichaam en den boog aangetroffen wordt op vrij grooten afstand vóór de pars interarticularis *).

*) Aan een jeugdig exemplaar van Crocodilus sclerops vond ik de bogen reeds geheel met de lichamen der wervels vergroeid.

Nadat dit onderzoek afgeloopen was zag ik dat SCHWEGEL *) de verklaring meende gevonden te hebben in het voorkomen van twee verbeeningskernen in elke helft van den wervelboog; hij voegt er echter bij, dat men slechts zelden zoo gelukkig is beide kernen te zien vóór dat zij met elkander vergroeid zijn. Of SCHWEGEL de beide zijdelingsche punten van RAMBAUD en RENAULT bedoelt, blijkt uit zijne mededeeling niet. Ik ben overtuigd dat het voorkomen van twee beenkernen in elke booghelft, die in de pars interarticularis met elkander zouden vergroeien, indien het werkelijk door SCHWEGEL waargenomen is, tot de groote zeldzaamheden behoort. De normale ontwikkelingsgeschiedenis verklaart het voorkomen der diarthrosis interarticularis niet.

De in de 3e en 4e plaats genoemde bijzonderheden vereischen slechts een paar woorden tot toelichting; zij zijn allen te beschouwen als gevolgen van de aanwezigheid van het overtollige wervelboogstuk. Daardoor is de doorn van den tweeden lendenwervel naar boven verplaatst; daardoor hebben de gewichtsuitsteeksels een afwijkenden stand verkregen en hebben eindelijk het achterste boogstuk en de doorn van den eersten lendenwervel, bekneld geraakt tusschen de beide aangrenzende wervels, zich niet dan uiterst gebrekkig kunnen ontwikkelen. Naar beneden heeft de primaire afwijking haar invloed veel minder ver uitgebreid, zoo als uit den stand van het doornvormig uitsteeksel en van de onderste gewichtsuitsteeksels ten opzichte van het wervellichaam blijkt.

Leiden, 26 Maart 1877.

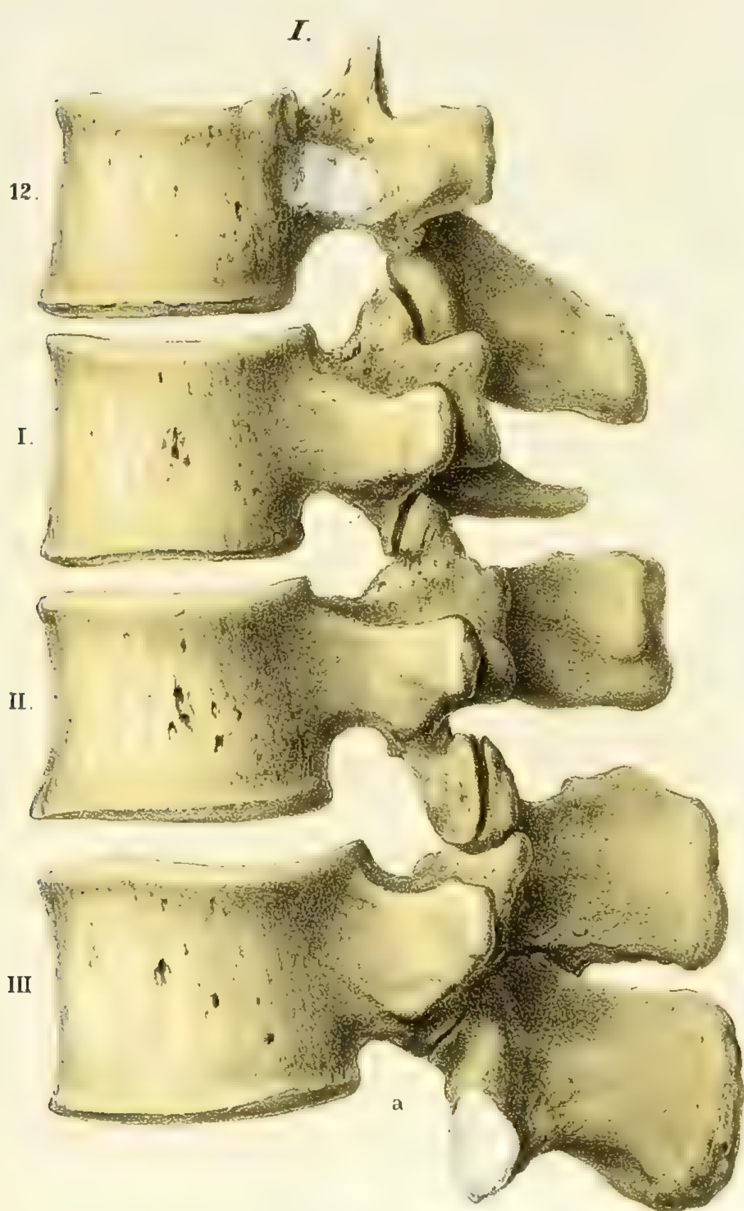
VERKLARING DER PLAAT.

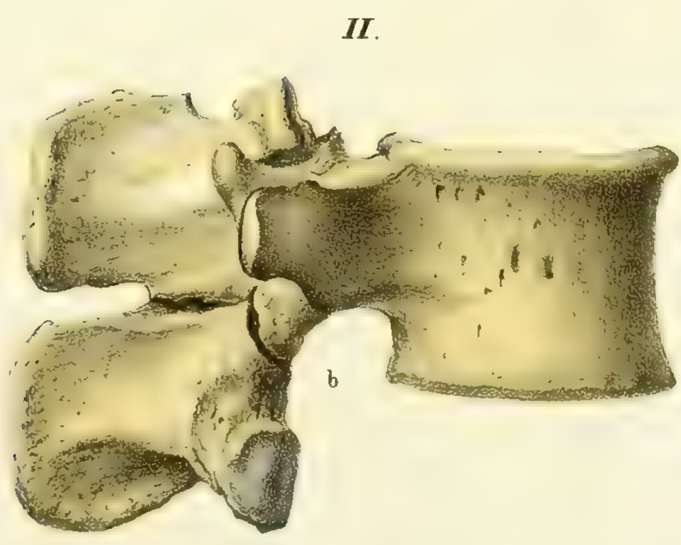
Fig. I. De wervels (in natuurlijke grootte) van de linkerzijde.
a. Sporen der vroegere scheiding.

Fig. II. Derde lendenwervel, van de rechterzijde.
b. Diarthrosis interarticularis.

---

*) t. a. p. bl. 313.





T Zaaijer del.

A. J Wendel lith.

NOTE

SUR LE

MOUVEMENT ELLIPTIQUE.

PAR

M. G. F. W. BAEHR.

Communiquée dans la séance de Janvier 1877.

On sait qu'un point matériel, attiré vers un centre fixe en raison inverse du carré de la distance, décrit une ellipse dont le centre d'attraction est un des foyers, quand sa vitesse initiale v_0 ne passe pas par ce centre et est moindre que la vitesse v_1 qu'il aurait au centre s'il y tombait librement avec une accélération constante et égale à celle de l'attraction dans sa position initiale.

L'équation de cette ellipse par rapport à ses axes principaux est

$$\frac{x^2}{\frac{\mu^2}{c^2}} + \frac{y^2}{\frac{c_1^2}{c}} = 1 ,$$

où μ est l'accélération de l'attraction à l'unité de distance; du théorème des forces vives on déduit pour la constante c

$$c = \frac{2\mu}{r_0} - v_0^2$$

r_0 étant le rayon vecteur initial, tandis que le théorème des aires donne pour la constante c_1

$$c_1 = r_0 v_0 \sin \beta ,$$

où β est l'angle entre la direction de r_0 et v_0. Initialement l'accélération de l'attraction est

$$\frac{\mu}{r_0^2},$$

et l'on a pour la vitesse v_1 désignée ci-dessus,

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\mu}{r_0}}, \text{ d'où } \mu = \tfrac{1}{2} r_0 v_1^2 .$$

Si l'on introduit v_1 au lieu de μ on trouve pour les demi-axes de l'ellipse

$$\frac{\mu}{c} = a = \frac{r_0 v_1^2}{2(v_1^2 - v_0^2)}, \quad \frac{c_1}{\sqrt{c}} = b = \frac{r_0 v_0 \sin\beta}{\sqrt{(v_1^2 - v_0^2)}},$$

et par conséquent

$$\frac{a \sin\beta}{b} = \frac{v_1^2}{2 v_0 \sqrt{(v_1^2 - v_0^2)}},$$

ce qui, dans la supposition de $v_0 < v_1$, est toujours plus grand que l'unité, en sorte que a est le demi-grand axe passant par le foyer et dont la longueur est indépendante de la direction de v_0. Toutes les trajectoires elliptiques, décrites autour du même centre d'attraction, avec des vitesses initiales égales mais de directions différentes, ont des grands axes égaux mais dirigés différemment.

On déduit de ce qui précède une construction géométrique très simple pour la trajectoire.

Supposons premièrement $\beta = 90°$, c'est-à-dire, que la vitesse initiale soit perpendiculaire au rayon vecteur, dont la direction sera alors la direction du grand axe. La vitesse initiale v_0 étant donnée, on peut considérer comme connu le rapport de cette vitesse à la vitesse v_1, et représenter ces deux quantités par deux droites quelconques qui sont entre elles dans ce

rapport. Soit ainsi, fig. 1, S le centre d'attraction, P la position initiale du mobile attiré; P A, perpendiculaire à S P, la direction de v_0 et représentons cette vitesse par $SP = r_0$. Si alors on décrit du centre S, avec la droite qui d'après le rapport connu doit représenter v_1, un arc de cercle qui coupe P A en B; qu'on prolonge la perpendiculaire P C sur S B jusqu'à ce qu'elle rencontre la perpendiculaire S D à S P en D, et qu'enfin on mène par D une parallèle à B S jusqu'à ce qu'elle rencontre le prolongement de P S eu P', alors P' sera l'autre sommet, et P P' le grand axe de l'ellipse.

Fig. 1.

En effet, on voit dans la figure, que l'on a

$$PB^2 : BS^2 = BC : BS = PS : PP'$$

ou

$$v_1^2 - v_0^2 : v_1^2 = r_0 : PP',$$

donc $PP' = 2a$.

Connaissant le grand axe et un des foyers le reste s'en déduit directement; le milieu M de P P' est le centre, M S l'excentricité, et par conséquent, dans ce cas où v_0 est perpendiculaire à r_0, S D sera la longueur du demi-petit axe.

L'analyse donne pour le temps T d'une révolution

$$T = 2\pi a \sqrt{\frac{a}{\mu}},$$

mais, d'après ce qui précède, on a

$$\frac{a}{\mu} = \frac{2a}{r_0 v_1^2} = \frac{1}{v_1^2 - v_0^2},$$

de sorte que l'on peut écrire

$$T = \frac{2 \pi a}{\sqrt{(v_1^2 - v_0^2)}} ,$$

ce qui montre que le temps de révolution est le même que celui d'un mobile, qui se meut avec une vitesse uniforme, représentée par P B, dans le cercle décrit sur le grand axe P P'. Dans la figure on voit que le centre de l'ellipse coincidera avec le centre S de l'attraction, ou que la trajectoire sera un cercle, quand l'angle B S P = 45°, donc quand $v_0^2 = \frac{1}{2} v_1^2$. Le centre d'attraction S sera le foyer le plus rapproché ou le plus éloigné du sommet initial suivant que l'angle B S P est plus petit ou plus grand que 45°, ou v_0^2 plus grand ou plus petit que $\frac{1}{2} v_1^2$.

Si la direction de la vitesse initiale fait un angle quelconque avec le rayon vecteur, on peut déterminer comme dans le cas précédent la longueur du grand axe et le temps de révolution, qui sont indépendants de cette direction. Soit ensuite fig. 2. P A la direction de v_0, on trouvera l'autre foyer S' de l'ellipse en faisant $\angle$ A P S' = $\angle$ A P S et prenant P S' = $2a$ – P S; S S' est alors la direction du grand axe, et le milieu M de S S' le centre de l'ellipse.

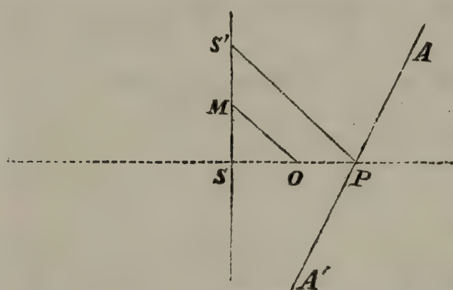


Fig. 2.

Pour les différentes directions du grand axe la distance P S' reste constante, et par conséquent aussi la longueur de M O parallèle à P S', qui de plus passera toujours par le même point O, milieu de S P. Ainsi le lieu géométrique du centre des différentes trajectoires que l'on obtient en variant dans un même plan la direction de la vitesse initiale, dont la grandeur reste constante, est un cercle qui a son centre au milieu du rayon vecteur initial, et dont le rayon est égal à la moitié de la différence du grand axe avec le rayon vecteur initial.

On voit par là comment on peut construire le lieu géomé-

trique des sommets, qui présente encore ce cas remarquable. Si la vitesse initiale est en grandeur telle, que pour une direction perpendiculaire au rayon vecteur, la trajectoire serait un cercle, on a, pour une direction quelconque, $PS' = PS$; alors PM sera toujours perpendiculaire à SS', SS' parallèle à PA, et le cercle des centres M sera le cercle décrit sur PS comme diamètre. Donc, alors les grand axes des trajectoires seront parallèles à la direction de la vitesse initiale, la position initiale P du mobile sera un des sommets du petit axe; le lieu de l'autre sommet de cet axe sera le cercle de rayon SP décrit du centre S, et le lieu des sommets du grands-axe, sera la courbe nommée *limaçon de Pascal.*

Fig. 3.

Quand l'attraction est en raison directe de la distance on a, prenant l'axe des x suivant la rayon vecteur initial et l'axe des y, ou OQ, fig. 3, parallèle à la vitesse initiale PV, pour l'équation de la trajectoire

$$\frac{x^2}{r_0^{\,2}} + \frac{y^2}{\frac{v_0^{\,2}}{\mu}} = 1,$$

où $r_0 = OP$, et où μ représente l'attraction sur l'unité de masse à l'unité de distance; les axes des coordonnées sont deux diamètres conjugués.

On trouve pour la vitesse v_1, que le mobile aurait au centre O, en partant sans vitesse initiale de P, et se mouvant sous l'action d'une force directement proportionelle à la distance,

$$v_1 = r_0 \sqrt{\mu}$$

en sorte que l'on a

$$\mathrm{OP}:\mathrm{OQ} = r_0 : \frac{v_0}{\sqrt{\mu}} = r_0 : \frac{r_0 v_0}{v_1},$$

ou

$$\mathrm{OP}:\mathrm{OQ} = v_1 : v_0 ,$$

ce qui détermine entièrement la trajectoire quand on sait le rapport de v_0 à v_1.

Le temps T d'une révolution est donnée par la formule

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\mu}}$$

ou, introduisant v_1 ,

$$T = \frac{2\pi r_0}{v_1};$$

ce temps, qui d'ailleurs ne dépend que de la constante μ de l'attraction, est donc le même que celui d'une révolution d'un mobile qui parcourt, avec une vitesse uniforme égale à la vitesse finale v_1 , le cercle décrit avec le rayon vecteur initial.

Si le mobile est venu dans un point A de sa trajectoire, sa vitesse est parallèle au diamètre O B conjugué de O A, et inversement proportionelle à la perpendiculaire O C abaissée du centre des forces sur sa direction. Mais, d'après une proprieté de l'ellipse, l'aire du parallèlogramme construit sur deux diamètres conjugués étant constante, la perpendiculaire O C est inversement proportionnelle au demi-diamêtre O B, et par conséquent la vitesse elle même est directement proportionnelle à O B. Si donc on représente la vitesse initiale par le demi-diamètre O Q qui lui est parallèle, la direction et la grandeur de la vitesse dans un point quelconque de la courbe seront celles du demi-diamètre conjugué du rayon vecteur. Ainsi la trajectoire, dans le cas de mouvement libre d'un point matériel. est en même temps la courbe nommée *hodographe.*

Delft, Janvier 1877.

DOLICHOTIS CENTRALIS WEYENB. *)

EEN NIEUWE VORM DER SUBUNGULATA, UIT ZUID-AMERIKA,

DOOR

Dr. H. WEYENBERGH,

HOOGLEERAAR DER ZOOLOGIE AAN DE NATIONALE UNIVERSITEIT TE CORDOVA, IN DE ARGENTIJNSCHE REPUBLIEK EN LID DER NATIONALE ACADEMIE VAN WETENSCHAPPEN.

Op eene der reizen, in het begin dezes jaars door den schrijver dezer regelen, op order der Argentijnsche regeering ondernomen, met het doel de dieren des lands en hunne levenswijze nader te leeren kennen, werd ik niet weinig verrast door de kennismaking met eene nieuwe soort van het geslacht *Dolichotis* DESM., waarvan, gelijk men weet, tot dusver slechts één soort, *D. patagonica*, bekend is. Het bijzonder doel dezer reis was het onderzoek der noorderhelft der Sierra de Cerdoba, en reeds den tweeden dag maakte ik kennis met het dier dat ons bezig houdt; zij 't ook dat die kennismaking nog slechts een

---

*) In een opstel, gedagteekend: Buenos-Ayres, 8 Augustus 1875, en door de Zoological Society ontvangen 20 September 1875, heeft reeds Burmeister dezelfde soort beschreven en afgebeeld onder den naam van *Dolichotis salinica*. Aan dien naam komt dus de voorrang toe. Blijkbaar was de aflevering der *Proceedings*, waarin op p. 634 die beschrijving voorkomt, nog niet te Cordova aangekomen, toen de heer Weyenbergh zijn opstel aan mij afzond. De begeleidende brief is van 26 October 1876.

Daar echter beide beschrijvingen elkander op sommige punten aanvullen en de heer Weyenbergh gelegenheid heeft gehad een veel grooter getal exemplaren dan Burmeister zag te vergelijken, en hij deze bovendien in den levenden staat kon gadeslaan, zoo is de uitgave van zijn opstel nog niet overbodig geworden.

Het is een inderdaad opmerkelijk feit, dat in dit gedeelte van Zuid-Amerika twee soorten van het geslacht *Dolichotis* leven die, zoowel in uitwendig voorkomen als in levenswijze, de vicarieerende vormen van de beide Europeesche *Lepus*-soorten zijn. Hg.

„hooren zeggen” was; eene persoonlijke ontmoeting had den volgenden dag plaats *).

Een der personen, die wij onder weg aanspraken, deed ons namelijk eene mededeeling over de groote menigte „Conejos”, die tusschen de dorpen Perchel en Quilpo te vinden waren. Ik meende dat hij van *Cavia-* en *Anoema*-soorten sprak, waarvan een paar der algemeensten door de bevolking van Cordova „Conejitos” genoemd worden, en zeide daarom dat dit mij niet zou verwonderen en de mededeeling mij niet belangrijk voorkwam. „No, Señor, no hablo de conejitos, sino de conejos, „animales-casi tan grandes como la liebre: tienen una completa „semejanza à las liebres, pero son distintos” †).

„Liebre” (haas) heet hier de *Dolichotis patagonica* WAGN. §.) Wèlk het dier kon zijn dat „volkomen op deze soort gelijkend, „toch er van verschilt”, was mij onklaar, daar van het geslacht *Dolichotis* tot heden slechts deze ééne soort bekend is, eene soort die vrij algemeen en genoegzaam onderzocht is, om, als men haar meermalen reeds gezien heeft, weinig belang meer in te boezemen als nieuwheid, hoe belangwekkend zij voor het overige zijn moge. Ik dacht dus dat de mededeeling wel neêr zou komen op eene vergissing met een ander genus, of hoogstens, op eene jeugd- of kleur-verscheidenheid, evenals bij ons de jagers de haas, *Lepus timidus* L., wel in bosch-, duin- en heide-haas onderscheiden. Ik was dus niet zeer, maar toch

---

*) Voor de wetenschappelijke resultaten der reizen verwijs ik naar de algemeene „Rapporten” aan de regeering ingediend en welke gepubliceerd zijn en worden in *Boletin de la Academia Nacional de Ciencias*. T. II. De resultaten der studie van het verzameld materiaal zullen in de *Actas* derzelfde Academie van tijd tot tijd het licht zien. Slechts enkele artikelen zullen, gelijk het bovenstaande, in Europeesche tijdschriften verschijnen, daar de regeering er op gesteld is, dat althans de eerste publicatie hier in Argentina zelf geschiede. Een kort verslag der reizen gaf ik als „Een Nederlander in den vreemde. Brieven uit Zuid-Amerika”, in het dagblad *Het Nieuws van den Dag*.

†) BURMEISTER heeft in zijne Reise durch die La-Plata-Staaten, Bd. II p. 425, evenals ik aanvankelijk ook deed, beide namen met elkander verward. Hij zegt van *Cavia leucophyga* BRANDT: „Conejo der Einheimischen”. Dit is onjuist; de inboorlingen noemen de *Cavia*-soorten nooit „Conejo” (Cunejo), maar gebruiken daarvoor het verkleinwoord „Conejito”. Deze verwarring mag wel de reden zijn, waarom geen der vroegere reizigers in deze streken de onderhavige soort onderscheiden heeft.

§) WAGNER in SCHREBER's *Säugethiere*. Suppl. IV. 66. 1.

eenigszins nieuwsgierig om den „conejo” te leeren kennen, toen wij den volgenden dag de aangeduide streek doorreden, en werkelijk duurde het niet lang of (het was in den vooravond als wanneer dergelijke dieren gaan grazen) een voorwerp was in mijn bezit. Ik herkende natuurlijk onmiddellijk het geslacht *Dolichotis*, en tevens zag ik dat het *Dolichotis patagonica* niet was, maar eene zeer verschillende soort, die door de kleinheid harer hoefachtige nagels (in vergelijking met *D. patagonica*) bijna scheen een ander geslacht te moeten vormen. Bij nauwkeuriger studie zie ik echter geen bezwaar de soort in het zelfde geslacht op te nemen, welks kenmerken zij in alle overige opzichten vertoont. De volgende dagen werden verscheidene dezer dieren geschoten, en hun uitmuntend vleesch leverde gedurende de geheele bergreis ons een hoofdschotel op. Wegens zijn voorkomen in het centrum des lands heb ik het dier *Dolichotis centralis* genoemd.

Nu ik deze regelen schrijf, heb ik acht voorwerpen voor mij liggen, van verschillenden leeftijd en sexe, oude en jonge mannetjes, en oude en jonge wijfjes, daarenboven eenige schedels en een foetus, terwijl onder mijne schrijftafel zich eene levende tweejarige „liebre”, *D. patagonica,* bevindt; alles van mijne bergreis afkomstig. De „liebre”, in eene hut van zijne jeugd af opgevoed, is geheel een huisdier geworden.

Vergelijkingsmateriaal ontbreekt mij dus niet, en ik zal trachten in de volgende bladzijden een nauwkeurige beschrijving der nieuwe soort te geven, haar tevens met de lang bekende *D. patagonica* kortelijk vergelijkend. Mijne aanteekeningen en het foetus stellen mij in staat eenige bijzonderheden omtrent zijn anatomischen bouw en zijne levenswijze daaraan toe te voegen.

Haarbekleeding. De neus is met zeer korte haren bekleed, die alleen op den rand der neusvleugels ontbreken. Op den kop wordt het haar langer, maar de ooghoeken zijn kaal en de ooren spaarzaam met haren bedekt. De hals en het lichaam dragen fijne haren van ongeveer 1,5 centimeter, die zeer dicht staan, zoodat de pels fraai verdient te heeten. Aan de pooten zijn de haren weder korter, vooral aan de hand en den voet, hoewel om de nagels eenige langere haren staan. Aan de oksels vindt

men gewoonlijk eene kale plek. De zwarte huid der handpalmen is naakt, evenzoo de langgerekte hiel- en voetzoolen. Terzijde van den neus op de bovenlip staat een bundel (12—15) zwarte snorharen, van welke de langste 1 decimeter heeft; de vrij korte oogharen zijn stijf en zwart. Boven de oogen staan nog twee à vier zwarte, lange haren. Het korte staartstompje draagt terzijde zeer korte haartjens.

De kleur der korte haren komt in 't algemeen met die van het konijn onzer duinen (*Lepus cuniculus* L.) overeen, slechts ietwat naar het bruine trekkend. De basis van elk haar is grauwachtig grijs, daarop volgt een min of meer zwart gedeelte, dat onmiddellijk in geelachtig bruin overgaat, en de dan volgende spitse punt is grijsachtig zwart. Neemt, zooals in de oudere dieren het geval is, de bruine kleur meer de overhand, dan ontstaat daardoor eene ros vale kleur, die op het kruis het eerst zichtbaar wordt, en bij de oude wijfjes het sterkst aan den dag treedt. Bij jonge voorwerpen is de kleur meer grijsachtig en bij zeer jonge volkomen grijs. De grijze tint blijft bij de mannetjens langer voorheerschend dan bij de wijfjes.

De haren aan borst en buik zijn vuil wit (bij het jonge dier vuilgrijs) en evenzoo de binnenzijde der dijen en armen. Ook onder de keel vindt men eene lichtere vlek en evenzeer aan de billen; somtijds ook zijn de lippen lichter van kleur, zonder echter bepaald wit te worden. Eene lichte vlek vind men verder achter de ooren, aan den binnen en buiten-ooghoek, en vaak een weinig als om het oog heenvloeiend. De wangen zijn gewoonlijk het sterkst rood-bruin gekleurd. De nagels zijn zwart, alsmede de oogranden en de oogen (iris) zelve.

Gedaante. De voorpooten hebben vier teenen, die betrekkelijk klein zijn en kleine, scherpe nagels dragen; de tweede is de langste; aan de achterpooten drie teenen met nagels, die sterker zijn dan die der voorpooten en welker middelste verreweg de grootste is. (Zie die der vrucht fig. 1 en 2, bl. 256 en 257). Op de zoolen ziet men eeltachtige verhevenheden. Over het staartstompje heb ik reeds gesproken.

De vorm van den schedel is vrij breed en de lippen vrij dik, de bovenkaak hoog, de onderkaak daarentegen bijna onder de bovenkaak verscholen. Men zou de mondopening veel dichter

onder den neus zoeken, dan zij in werkelijkheid staat. De oogen staan op bijna 2 centimeters van den ooghoek en ruim 1½ centimeter van elkaâr. Onmiddellijk onder de oogen ziet men eene zwarte, naakte plek, die zich tot aan de zijden van den hals uitstrekt. De lengte der ooren, van de basis op den schedel tot aan de spits gemeten, is 5 centimeters; hunne basis is breed, en het oor gaat breed omhoog, daarop snel zich toespitsend.

De mannelijke zoowel als de vrouwelijke genitaliën staan in eene naakte, zwarte huidplooi, aan den buik verborgen. De twee paren tepels staan ver naar buiten, bijna aan de zijden des lichaams.

Afmetingen. Volwassen-lengte van de neusspits tot aan den staart 4 decimeters. De hoogte (van den grond tot aan de bovenlijn des rugs), als het dier op de vier pooten staat (niet als het zit), is ruim 2,5 decimeters. De lengte der voorpooten bedraagt ongeveer 10 centimeters, die der achterpooten bijna het dubbele; een gevolg daarvan is dat, als het op de vier pooten staat, het kruis merkelijk hooger is dan de schouder, hetgeen nog meer zou uitkomen als de voorschoft niet zoo hoog was. De lengte van den schedel, over het voorhoofd gemeten (van de neusspits tot tusschen de ooren) bedraagt 9 centim., die van den hals, van daar af, 10 centim.

Skelet. Van het skelet moet ik mij hoofdzakelijk tot den schedel bepalen; daar ik op de reis geen gelegenheid had een geheel skelet te prepareeren.

De schedel is in verhouding tot het dier klein, namelijk wanneer men den betrekkelijk vrij grooten schedel van *Dolichotis patagonica* er mede vergelijkt. De neusbeenderen zijn vlak, de bovenkaak hoog en steil, zoo ook het achterhoofd; de orbitaalranden zijn zeer uitpuilend. De jukboog is sterk, en de bovenkaak bereikt het voorhoofdsbeen niet, dewijl zich het traanbeen daartusschen dringt. Evenals de geheele schedel-bouw komt ook het tandstelsel vrij wel met de bekende soort overeen (4 kiezen in elke kaak), elke kies met twee knobbels, die een min of meer driehoekigen vorm hebben. Het schijnt mij dat op dit punt eenige duisterheid of verwarring bestaat omtrent *Dolichotis patagonica*, eene duisterheid, die door eene studie der tanden op verschillenden leeftijd zou zijn op te hel-

deren. Voor heden echter is mij dit niet mogelijk. Daarom kan ik eenige verschillen, die ik geloof in de knobbels der achterste bovenkies en de eerste onderkies waar te nemen bij mijne soort, voor het oogenblik niet nader aanduiden.

De snijtanden zijn smal en wit aan de voorvlakte, zelden van eene bruinachtige of vuil-gele kleur voorzien; waar dit laatste het geval is schrijf ik het aan den hoogeren ouderdom toe. Op het tandstelsel van het geslacht *Dolichotis*, voor en na de tandwisseling en in verband met den toestand dezer organen bij vrucht, hoop ik later in een afzonderlijk artikel uitvoerig terug te komen, zoodra ik schedels van *D. patagonica* voor de tandwisseling in mijn bezit heb, het eenige wat mij nog ontbreekt.

Gelijk bij *D. patagonica* het geheele dier veel grooter en krachtiger gebouwd is, zoo is ook het skelet dezer soort veel zwaarder. Verschillen vond ik bij eene oppervlakkige beschouwing der voornaamste losse beenderen niet, dan alleen in de staartwervels, die veel zwakker zijn bij *D. centralis* dan bij *D. patagonica*, hetgeen met het verschil in den vorm van dit staartstompje der beide soorten overeenkomt; bij de laatste soort is het dikker en bijna haarloos, bij de eerste nog kleiner, spitser en zeer kort behaard. Dat de veel zwakkere bouw der teenen zich ook in het skelet openbaart, spreekt van zelf. Voor het overige kan ik volstaan met naar BURMEISTER's korte beschrijving, p. 423 der „Reise durch die La-Plata-Staaten" T. II, waar het skelet van *D. patagonica* beschreven is, te verwijzen, hetgeen in hoofdzaak ook op *D. centralis* van toepassing is.

Overige organen. Hetgeen BURMEISTER op dezelfde aangehaalde bladzijden over de splanchnologie meêdeelt, geldt ook van deze soort. De lengte des darms is echter slechts 10 voet en de maag niet grooter dan een ganzen-ei, en ook het coecum, dat BURMEISTER in *D. patagonica* driemaal zoo groot als de maag vond, vind ik in *D. centralis* slechts iets grooter dan de maag of even groot. Ook de ligging van den penis in de voorhuid is zoodanig, dat de urinestraal achterwaarts gericht is.

De uterus is een ware uterus bipartitus en de linkerhoorn, waarin bij een drachtig wijfjen het foetus zich bevond, was zeer groot; de rechterhoorn scheen, in vergelijking met den linker, atrophisch, ja zelfs eenigszins rudimentair. In een niet

rachtig wijfje — (wellicht had het pas geworpen, daar omtreeks dezen tijd (Maart) deze soort werpt), — vond ik de erhouding evenzoo, en ik maak daaruit de gevolgtrekking, dat n den regel alleen de linkerhoorn bezwangerd wordt, en de oort niet meer dan één jong werpt, hetgeen in zooverre met *D. patagonica* schijnt overeen te komen.

Alvorens iets over de levenswijs mede te deelen, wil ik met enige woorden de verschillen aangeven tusschen *Dolichotis patagonica* WAGN. en mijne *Dolichotis centralis.*

Wat de grootte betreft, zoo verhoudt zich *D. centralis* tot *D. patagonica* als *Lepus cuniculus* tot *Lepus timidus;* vooral e kop van *D. patagonica* is grooter en zwaarder gebouwd, oals ik reeds opmerkte. De ooren van *D. centralis* zijn berekkelijk iets grooter dan die van *D. patagonica.* De kleur van *D. patagonica* is een fijner grijs op den rug, men zou het etit-gris kunnen noemen. De witte basis der haren is veel inger en het gedeelte dat de zwarte spits voorafgaat, is helder rit of hoogstens geelachtig. De haren zelve zijn ook langer. De ooren zijn sterker behaard bij *D. patagonica*, aan den binenrand der oorschelp, aan de basis en de franje witachtig. De ale, zwarte plek aan de basis der ooren ontbreekt bij *D. patagonica* ook, en de ooghoeken zijn kort behaard. De zijden an den kop zijn roodbruin en de bovenlip wit of grijs; op et achterhoofd tusschen de ooren staan de haren in een bos f lange kuif te zamen. Bij de „liebre" is de borst ook geel ruin; van witte vlekken aan den kop, achter de ooren of aan e oogen ziet men geen spoor. Eerst tusschen de voorpooten rordt de bruine kleur der borst wit, eene kleur, die zich verer over den geheelen buik tot aan de geslachtsorganen en billen itstrekt en ook aan de binnen- en voorzijde der dijen eigen s; aan de voorpooten ziet men echter slechts eene smalle streep rit aan de achterzijde, zijnde de binnenrij dezer deelen geelbruin. In beide soorten is de keel wit.

Een der grootste uitwendige verschillen vindt men in de teenen en nagels; de teenen zijn veel grover bij de „liebre" dan bij de „conejo"; en daardoor de voeten breeder. Reeds

deren. Voor heden echter is mij dit niet mogelijk. Daarom kan ik eenige verschillen, die ik geloof in de knobbels der achterste bovenkies en de eerste onderkies waar te nemen bij mijne soort, voor het oogenblik niet nader aanduiden.

De snijtanden zijn smal en wit aan de voorvlakte, zelden van eene bruinachtige of vuil-gele kleur voorzien; waar dit laatste het geval is schrijf ik het aan den hoogeren ouderdom toe. Op het tandstelsel van het geslacht *Dolichotis*, voor en na de tandwisseling en in verband met den toestand dezer organen bij vrucht, hoop ik later in een afzonderlijk artikel uitvoerig terug te komen, zoodra ik schedels van *D. patagonica* voor de tandwisseling in mijn bezit heb, het eenige wat mij nog ontbreekt.

Gelijk bij *D. patagonica* het geheele dier veel grooter en krachtiger gebouwd is, zoo is ook het skelet dezer soort veel zwaarder. Verschillen vond ik bij eene oppervlakkige beschouwing der voornaamste losse beenderen niet, dan alleen in de staartwervels, die veel zwakker zijn bij *D. centralis* dan bij *D. patagonica*, hetgeen met het verschil in den vorm van dit staartstompje der beide soorten overeenkomt; bij de laatste soort is het dikker en bijna haarloos, bij de eerste nog kleiner, spitser en zeer kort behaard. Dat de veel zwakkere bouw der teenen zich ook in het skelet openbaart, spreekt van zelf. Voor het overige kan ik volstaan met naar BURMEISTER's korte beschrijving, p. 423 der „Reise durch die La-Plata-Staaten" T. II, waar het skelet van *D. patagonica* beschreven is, te verwijzen, hetgeen in hoofdzaak ook op *D. centralis* van toepassing is.

Overige organen. Hetgeen BURMEISTER op dezelfde aangehaalde bladzijden over de splanchnologie meêdeelt, geldt ook van deze soort. De lengte des darms is echter slechts 10 voet en de maag niet grooter dan een ganzen-ei, en ook het coecum, dat BURMEISTER in *D. patagonica* driemaal zoo groot als de maag vond, vind ik in *D. centralis* slechts iets grooter dan de maag of even groot. Ook de ligging van den penis in de voorhuid is zoodanig, dat de urinestraal achterwaarts gericht is.

De uterus is een ware uterus bipartitus en de linkerhoorn, waarin bij een drachtig wijfjen het foetus zich bevond, was zeer groot; de rechterhoorn scheen, in vergelijking met den linker, atrophisch, ja zelfs eenigszins rudimentair. In een niet

drachtig wijfje — (wellicht had het pas geworpen, daar omstreeks dezen tijd (Maart) deze soort werpt), — vond ik de verhouding evenzoo, en ik maak daaruit de gevolgtrekking, dat in den regel alleen de linkerhoorn bezwangerd wordt, en de soort niet meer dan één jong werpt, hetgeen in zooverre met *D. patagonica* schijnt overeen te komen.

Alvorens iets over de levenswijs mede te deelen, wil ik met eenige woorden de verschillen aangeven tusschen *Dolichotis patagonica* WAGN. en mijne *Dolichotis centralis.*

Wat de grootte betreft, zoo verhoudt zich *D. centralis* tot *D. patagonica* als *Lepus cuniculus* tot *Lepus timidus;* vooral de kop van *D. patagonica* is grooter en zwaarder gebouwd, zooals ik reeds opmerkte. De ooren van *D. centralis* zijn betrekkelijk iets grooter dan die van *D. patagonica.* De kleur van *D. patagonica* is een fijner grijs op den rug, men zou het petit-gris kunnen noemen. De witte basis der haren is veel langer en het gedeelte dat de zwarte spits voorafgaat, is helder wit of hoogstens geelachtig. De haren zelve zijn ook langer. De ooren zijn sterker behaard bij *D. patagonica*, aan den binnenrand der oorschelp, aan de basis en de franje witachtig. De kale, zwarte plek aan de basis der ooren ontbreekt bij *D. patagonica* ook, en de ooghoeken zijn kort behaard. De zijden van den kop zijn roodbruin en de bovenlip wit of grijs; op het achterhoofd tusschen de ooren staan de haren in een bos of lange kuif te zamen. Bij de „liebre” is de borst ook geel bruin; van witte vlekken aan den kop, achter de ooren of aan de oogen ziet men geen spoor. Eerst tusschen de voorpooten wordt de bruine kleur der borst wit, eene kleur, die zich verder over den geheelen buik tot aan de geslachtsorganen en billen uitstrekt en ook aan de binnen- en voorzijde der dijen eigen is; aan de voorpooten ziet men echter slechts eene smalle streep wit aan de achterzijde, zijnde de binnenrij dezer deelen geelbruin. In beide soorten is de keel wit.

Een der grootste uitwendige verschillen vindt men in de teenen en nagels; de teenen zijn veel grover bij de „liebre” dan bij de „conejo”; en daardoor de voeten breeder. Reeds

bij de vier voorteenen zijn de nagels veel krachtiger bij *D. patagonica* dan bij *D. centralis*, maar vooral aan de drie achterteenen openbaart zich dit duidelijk, daar bij de eerste de zware, dikke, gekromde nagels veel meer op hoefjes gelijken. De inwendige verschillen heb ik hierboven reeds aangestipt.

Levenswijs. Men vindt de beide soorten van *Dolichotis* in dezelfde streken, maar *D. patagonica* strekt zich veel verder naar het zuiden uit, terwijl *D. centralis* tot het centrum des lands beperkt is. Waar de laatste voorkomt is ook de eerste te vinden, maar niet overal waar de „liebre" zich vertoont, leeft ook de „conejo". Waar beiden voorkomen, is de laatste talrijker. Deze soort is inderdaad op vele plaatsen zeer talrijk, vooral daar waar laag kreupelhout staat, waarin zij zich verschuilen en hare holen maken kan. De „liebre" leeft meer in streken met hooger opgaand hout, in welks opene plekken zij vooral op gramineën graast; de „conejo" daarentegen schijnt meer struiken en kruiden af te knagen. Ook leeft de „liebre meer in verlatene viscacha-holen (*Lagostomus trichodactylus* WAGN.) en graaft er zelf geene. In de avond- en morgenschemering graven deze dieren. Te Soto kwamen de „conejos" tot op de plaza. Als wij eens laat in de schemering, het was bijna geheel donker, een geschreeuw op de plaza voor onze deur waarnamen en de oorzaak opspoorden, zagen wij bij het licht dat uit onze deur straalde, een „sorro" (*Pseudalopex* (*Canis*) *Azarae.* WATERH.) met een „conejo" in den bek, passeeren.

Inderdaad is het alsof deze beide *Dolichotis*-soorten onze beide soorten van *Lepus* in Zuid-Amerika vertegenwoordigen, n. l. *D. patagonica* onze haas in grootte, kleur en gang., *D. centralis* ons konijn in kleur, grootte en levenswijs. Beiden zijn echter grooter dan de hier aan hen geparalleliseerde vormen van westelijk Europa. *D. patagonica* springt in snelle, groote sprongen en loopt hard; *D. centralis* huppelt meer in korte sprongen en loopt zelden. Ook in de wijze van zitten ziet men dezelfde overeenkomst tusschen *D. patagonica* en *Lepus timidus* ter eene en *D. centralis* en *L cuniculus* ter andere zijde. Ook de aard der beide *Dolichotis*-soorten is verschillend. *D. patagonica* is schuw, *D. centralis* laat zich vrij dicht naderen en is daardoor veel gemakkelijker te schieten.

Het eigenaardig fleemend stemgeluid van *D. patagonica*, dat op den klank „oennie" gelijkt en steeds gehoord wordt, heb ik van *D. centralis* nooit vernomen. Wordt de „liebre" gejaagd, dan zet zij het op een loopen, wordt de „conejo" gejaagd, dan verschuilt hij zich.

Men zegt gewoonlijk, dat, toen de eerste Europeanen hier aankwamen, zij een woordenboek vol namen medebrachten, die zij met betrekking tot de dierenwereld zoo goed mogelijk te plaatsen zochten; zoo noemden zij de „puma" der Indiaansche bevolking „leeuw" en de jaguar (once) „tijger". Vele andere voorbeelden zou ik kunnen aanhalen van namen van welke eenige beter gekozen verdienen te heeten dan die van „leeuw" en „tijger", maar nog meerdere daarentegen die nog veel minder gelukkig gekozen zijn; ik behoef slechts *Myopotamus coypus* CUV., dien zij otter („nutria") noemen, en *Hydrochoerus capybara* DESM., dien zij „waterzwijn" doopten, aan te halen. Onder de best geplaatste namen mag wel die van haas en konijn, „liebre" en conejo" gerekend worden, daar de vormen met betrekking tot elkander inderdaad dezelfde verwantschap vertoonen als onze haas met ons konijn.

De konijnen vindt men meest „en famille"; de hazen ook wel, doch niet zoo geregeld; ik vond vaak enkele hazen *), maar van de konijnen steeds mannetje, wijfje en jong dicht bij elkâar grazend.

Zelfs het vleesch herinnerde mij vaak het verschil tusschen onze hazen en konijnen; de haas is drooger en heeft meer een wildsmaak, het konijn daarentegen malscher en somtijds een weinig sterk.

Hiermede geloof ik de nieuwe *Dolichotis* genoegzaam bekend gemaakt te hebben; ik had waarlijk niet gedacht uit eene betrekkelijk zoo nabij bewoonde plaatsen gelegen streek nog een zoo groot nieuw zoogdier te zullen kunnen beschrijven.

Met een enkel woord over het foetus kan ik eindigen.

De placenta heeft, evenals bij andere knaagdieren, eene schijf-

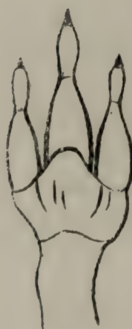
---

*) Dit strijdt alzoo met BURMEISTER's waarneming: hij vond de zoogenaamde hazen steeds „en famille", eene uitspraak, die mij te meer doet vermoeden, dat hij wel eens grazende conejo's in den schemeravond voor „liebres" heeft aangezien.

vormige, een weinig gekromde maar volmaakt ronde gedaante, uit welker middelpunt de dikke navelstreng ontspringt.

Het door mij uit den uterus genomen foetus scheen zoo goed als voldragen en is, in gestrekte houding gemeten (van neus- tot staart-spits) 17 centim. lang. De knevelharen vertoonen zich reeds duidelijk; de kleur der korte, uitermate fijne haren is het fraaiste grijs dat men zich denken kan, en op dien grijzen grond ziet men eene menigte zwarte stippen in lijntjes uitvloeiend en in regelmatige verspreiding. Alleen de volgende deelen zijn geel-bruin van kleur: de zijden der bovenkaak, eene vlek aan den binnen- en buiten-ooghoek, de keel, eene vlek aan de basis van het oor en de binnenvlakte van het oor zelf, met uitzondering van den tragus en antitragus en een breeden zoomrand, die zwart zijn. De binnenzijde der voor- en achterpooten, de borst en de buik zijn allen geel-bruin.

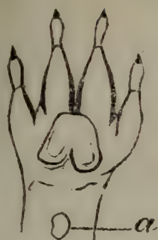
Het merkwaardige in den vorm der nagels vertoont zich hier zeer duidelijk; daar, waar de teen eindigt en de nagel begint, zet de huid zich onder den nagel versmallend voort, aan de spits zelfs kolfvormig aanzwellend, en alzoo nog meer dan bij het volwassen dier, waar deze verhouding minder duidelijk is, reeds op het eerste gezicht den naam van „subungulata" (halfhoevigen of hoefachtigen) wettigend. De vorm der eeltknobbels aan de zolen is hier mede zeer duidelijk, en aan de voorvoeten ziet men een afgezonderd, hooger staand knobbeltje, dat bij het volwassen dier bijna niet terug te vinden en in figuur 2 bij *a* aangeduid is.


1.

Van de nevenstaande figuren stelt 1 den achterhoek voor van de voetzool gezien, 2 den voorvoet van de zoolvlakte gezien, en 3 den achtervoet van de zijde gezien, bij welken stand dus de derde teen achter de middelste verscholen is.

De tepels, die zeer ver op de zijden staan, juist op de lijn, waar de lichte kleur des buiks aanvangt, zijn bij dit vrouwelijk foetus als lange, dunne aanhangsels zichtbaar.

De plaatsing is daarenboven zoo, dat tusschen de beiden derzelfde zijde een groote



2.

afstand bestaat, een afstand grooter dan de afstand van de voorste tot aan den oksel en dan van de achterste tot aan de lies, welke beide laatste afstanden ongeveer gelijk zijn. Somtijds vindt men daarenboven dan nog een derden tepel aan de linkerzijde, min of meer tusschen de beide anderen, maar aan de rechterzijde vond ik er nooit zoo eenen, hetgeen te meer er op schijnt te wijzen, dat de linker genitaliën sterker ontwikkeld zijn dan de rechter.



3.

Het schijnt mij uit de reeds boven beschreven verhouding der ovariën te blijken, dat dit dier steeds een enkel in den linker uterus-hoorn zich ontwikkelend jong werpt, waarmede in overeenstemming is het feit, dat men steeds, na den werptijd de familie grazend bijeen vindende, niet meer dan één jong ziet.

Cordova, 16 Juni 1876.

OVER DE VERANDERING

VAN DEN

GALVANISCHEN GELEIDINGSWEERSTAND VAN KWIKZILVER BIJ TEMPERATUURS-VERANDERING.

DOOR

H. J. RINK.

Bij het gebruik van de weerstandseenheid van SIEMENS, den weerstand van een kwikzuil van 1 M. lengte en 1 m.M² doorsnede bij 0°, zal men in vele gevallen bekend moeten zijn met de verandering, welke die weerstand bij temperatuursveranderingen ondervindt. En bij de vervaardiging der etalons van SIEMENS zal de correctie wegens de afwijking der temperatuur, waarbij de weerstandsbepalingen verricht zijn, van 0°, eene nauwkeurigheid moeten hebben overeenkomende met die, welke bij de weerstandsbepalingen bereikt wordt. Dit nu, schijnt niet het geval te zijn.

Wel is het bedrag dier verandering door verschillende natuurkundigen bepaald, doch de coëfficiënt, de betrekkelijke weerstandsverandering per graad, vertoont bij die verschillende bepalingen zeer uiteenloopende waarden. Men vindt daarvoor opgegeven:

E. BECQUEREL	0.00104 *)
MÜLLER	0.00119 †)
SCHROEDER V. D. KOLK . .	0.00086 §)
SIEMENS	0.00098 **)

*) POGG., *Ann.* Bd. 70, p. 248.
†) 〃 〃 〃 73, 〃 440.
§) 〃 〃 〃 110, 〃 476.
**) 〃 〃 〃 113, 〃 104.

Ook zijn de einduitkomsten van iederen waarnemer uit te zeer uiteenloopende getallen samengesteld om voldoende zekerheid te kunnen aanbieden. Zoo zijn bij SCHROEDER V. D. KOLK de uiterste waarden, die hij voor den coëfficiënt vindt 0.000827 en 0.000903. Wel schenen de bepalingen van SIEMENS het meeste vertrouwen te verdienen, doch het bleef wenschelijk hare juistheid nader te bevestigen.

Hieruit ontstond aanleiding te onderzoeken met welke nauwkeurigheid de etalons van SIEMENS vervaardigd worden.

Wanneer men de verhandelingen leest van ROBERT SABINE *) en Dr. F. DEHMS †) over de bepaling van deze eenheid, zou men licht den indruk verkrijgen, dat de resultaten dier bepalingen niets te wenschen overlaten, en dat iemand die dergelijke kwikzilver-eenheden gebruiken zal, zich veilig op die in 't Laboratorium van Dr. SIEMENS uitgevoerde bepalingen verlaten kan.

Immers, de overeenkomst tusschen de verhoudingen der weerstanden van twee met kwikzilver gevulde buizen, zoowel verkregen door de bepaling der afmetingen van beide buizen, als door directe weerstandsbepaling, is zoo groot, dat slechts zeer geringe fouten aanwezig schijnen te zijn. Bij SABINE vinden wij 't volgende lijstje, voor de weerstanden der met kwikzilver gevulde buizen in 1000^{e} deelen der S. E.

	7.	8.	10.	12.	13.	14.
Gemiddelde uit directe bepalingen	1918.43	2602.54	1541.64	1652.91	1637.07	1419.96
Berekend	1918 32	2602 37	1541.80	1652 84	1636.82	1420.04

Het grootste verschil is bij buis 13, doch wordt ook daar niet grooter dan $\frac{1}{6500}$.

Bij DEHMS vindt men voor de berek. verhoud. van 2 buizen 2.28375
〃 〃 waargen. 〃 〃 〃 〃 2.28363

waartusschen het verschil slechts $\frac{1}{20000}$ der waarde bedraagt.

Niettegenstaande deze groote overeenstemming kwamen er

*) POGG., *Ann.* Bd. 127, p. 461.
†) 〃 〃 〃 136, 〃 260.

bedenkingen op tegen deze bepalingen, die twijfel wekken omtrent den bereikten graad van nauwkeurigheid. Deze bedenkingen zullen wij in de volgende bladzijden uiteenzetten.

Bij de bepaling van den berekenden weerstand is de in te voeren factor voor de coniciteit van de buis op dezelfde wijze door SABINE en DEHMS, naar het voorschrift van Dr. SIEMENS *) bepaald. Daartoe zoekt men uit de lengtebepalingen van den kwikdroppel de grootste en kleinste doorsnee van de buis en beschouwt deze nu als een afgeknotten kegel, die tot lengte heeft de lengte van de buis, en welker doorsnede aan de uiteinden de gevondene grootste en kleinste waarde heeft. De buis wordt daarbij dus als *één* afgeknotte kegel beschouwd, terwijl het calibreren toch kan aanwijzen, dat de buis uit *verschillende* afgeknotte kegels en nagenoeg cilindrische deelen bestaat, waardoor dan bij behoud van dezelfde kleinste en grootste doorsneê een andere waarde voor dien factor verkregen wordt.

Een tweede grootheid, die in de berekende waarde van den weerstand voorkomt is de lengte van de buis; die lengte komt in de tweede macht in de formule voor, zoodat een fout verdubbeld in 't resultaat overgaat. Nu is 't opmerkelijk, dat zeven van de door SABINE gebruikte buizen juist 1000 m.M. lang zijn. Om de nauwkeurigheid te bereiken, die uit bovenstaande opgaven zou moeten blijken, is 't noodig dat die lengtebepaling tot $^1/_{20}$ m. M. nauwkeurig zij en nu schijnt 't zeer twijfelachtig of de zeven buizen van SABINE op $^1/_{20}$ m.M. na op eene lengte van 1000 m.M. zijn afgesneden of afgeslepen. Doch het behoeft bij dien twijfel niet te blijven: drie van de buizen van SABINE zijn ook door DEHMS gebruikt, zoodat wij de bepalingen van den een tot contrôle voor die van den ander gebruiken kunnen. Nu vonden voor de

lengte	van	buis	7	SABINE	1000 m.M.	DEHMS	1000.339	m.M.
"	"	"	10	"	1000 "	"	1000.438	"
"	"	"	11	"	1000 "	"	1000.316	"

Deze verschillen moeten in de berekende weerstanden verschillen geven van 7, 8 en 6 tienduizendsten. En toch blijkt

*) POGG., *Ann.* Bd. 110, p. 1.

van dergelijke fouten niets in de bepalingen van SABINE en DEHMS.

De derde grootheid is de bepaling van het gewicht van het kwikzilver, dat de buis bij 0° vult. In de bepaling dezer grootheid bereikt SABINE eene verbazende nauwkeurigheid: dit blijkt bij buis 10, 14 en 15, voor welke als de uitkomst van verschillende wegingen opgegeven wordt

10.	14.	15.
8.8033 Gr.	7.8890 Gr.	7.4963 Gr.
8.8034 〃	7.8889 〃	7.4962 〃
8.8036 〃	7.8891 〃	7.4962 〃
	7.8890 〃	7.4961 〃

Indien men in aanmerking neemt dat een fout van $^1/_5$ graad in de temperatuursbepaling reeds voldoende zou zijn om een verschil grooter dan hier voorkomt te verklaren, en dat voor iedere waarde eene nieuwe vulling en nieuwe weging is noodig geweest, dan blijkt de bereikte nauwkeurigheid het uiterste te overtreffen, althans indien, wat men moet aannemen, hier niet de meest overeenkomende waarden, uit een grooter aantal zijn bijeengezocht.

De bepalingen van DEHMS op dezelfde buizen verricht, vertoonen evenwel niet zoo volkomen overeenstemming. Slechts omtrent 2 buizen van SABINE vindt men bij DEHMS opgaven te weten:

buis 7.

SABINE 7.0712, 7.0719, 7.0720, 7.0713 } 7.07160. DEHMS 7.07097^5.

buis 11.

SABINE 3.0946, 3.0947, 3.0947, 3.0948 } 3.094703. DEHMS 3.09523.

De waarden door DEHMS gevonden wijken dus meer af van het gemiddelde der bepalingen van SABINE, dan wel bij de groote overeenstemming der uitkomsten van SABINE onderling zou verwacht zijn.

Voor den weerstand der buizen 7 en 11 wordt door beide waarnemers gevonden (wanneer de bepalingen van SABINE herleid zijn tot de waarde door DEHMS voor het s. g. van kwikzilver gebruikt), uitgedrukt in 1000ste deelen der eenheid:

W_7.		W_{11}.	
SABINE.	DEHMS.	SABINE.	DEHMS.
1924.07	1925.26	4395.33	4396.81

En niettegenstaande dit verschil in de bepaling van eene zelfde grootheid, stemt bij ieder der waarnemers de waarde uit de weerstandsbepaling afgeleid, toch bijna volmaakt overeen met de door hem berekende waarde. De fouten in de weerstandsbepaling hebben zich dus wel zoo willen schikken, dat ze denzelfden invloed op 't resultaat hadden, als de fouten in de bepalingen der berekende waarden. Dat er noodzakelijk fouten in de weerstandsbepaling moeten zijn van grooter bedrag, dan uit de afwijkingen in de opgegeven waarden zou afgeleid worden, kan mede aangetoond worden. Immers de verhouding van de weerstanden der beide buizen wordt volgens het beginsel van de brug van Wheatstone afgeleid uit de verhouding van de lengten der beide deelen, waarin een uitgespannen draad door een verplaatsbaar contact-stuk verdeeld wordt.

Bij deze weerstandsbepaling wordt uitgegaan van de onderstelling, dat de weerstand van den draad evenredig is met de lengte, wat niet aangenomen kan worden, tenzij een nauwkeurig onderzoek van den weerstand van de verschillende deelen van den draad dit aangetoond hebbe. SABINE merkt alleen op: „der Draht war mit grosser Vorsicht durch Stein gezogen und seine Conicität war ganz unerheblich. Daarenboven gaat door beide deelen van den draad een stroom van verschillende sterkte, zoodat verschillende verwarming en verandering van weerstand in beide deelen intreedt. Het mag betwijfeld worden, of 't mogelijk is, door te waaien met een waaier langs den draad, zooals SABINE en DEHMS beiden gedaan hebben, dien op constante temperatuur te houden.

Doch afgescheiden van deze bezwaren, wijst de bouw van het instrument op een andere niet te vermijden bron van onzekerheid. Eene uitvoerige beschrijving van dit door alle waarne-

mers gebruikte instrument vindt men in de aangehaalde verhandeling van SIEMENS. Daaruit blijkt dat het verschuifbare contact met den uitgespannen draad gevormd werd door twee kleine platina-rollen, die aan weerszijden van den draad geplaatst, door een veer tegen dezen aangedrukt werden: het raakpunt van de rollen aan den draad, vormt dan het verdeelpunt. Bij eene dergelijke inrichting zal de aanraking van het contactstuk niet in een enkel punt maar over een zeker lengtedeel van den draad geschieden en men is volkomen in 't onzekere welk punt van dit deel als verdeelpunt voor den draad moet beschouwd worden: toch geeft echter SABINE de lengte van de beide draaddeelen in $^1/_{20}$ m.M. nauwkeurig aan, overeenkomende met eene nauwkeurigheid van gemiddeld $\frac{1}{10000}$ in de uitkomst. Beteekent eene dergelijke opgave iets, dan zou 't stuk van den draad, dat aangeraakt wordt niet meer dan $^1/_{20}$ m.M. moeten bedragen, doch indien dit 't geval ware zou 't contact tusschen de rollen en den draad zeer onvolkomen zijn. Men heeft dus altijd met ééne van deze twee moeielijkheden te doen: òf, zooals voor een behoorlijk contact vereischt wordt, er is aanraking over zekere uitgebreidheid, maar dan kan 't aanrakingspunt niet nauwkeurig bepaald worden, òf de aanraking strekt zich slechts over een klein deel van één millimeter uit, maar dan kan het contact niet voldoende zijn. En niettegenstaande de aanwezigheid van zulke onzekerheden in de bepaling van de berekende en waargenomen weerstand bestaat er tusschen de uitkomsten dier bepalingen eene bijna volkomene overeenstemming. Uit het voorafgaande kan blijken, welke waarde aan deze overeenkomst te hechten is.

Naar aanleiding dezer bedenkingen tegen de vroegere bepalingen der kwikzilver-eenheid, is op nieuw nagegaan, in hoeverre overeenstemming te verkrijgen was, tusschen de berekende en rechtstreeks waargenomen verhouding van weerstanden van met kwikzilver gevulde buizen.

Door een voorloopig onderzoek werden uit een groot aantal buizen eenige uitgezocht, die over eene lengte van nagenoeg 1 M. zich cilindrisch of ten minste met regelmatig veranderende dwarsdoorsnede vertoonden. Er werden zeven buizen gevonden

die aan deze voorwaarde voldeden: deze werden gemerkt I, II, IV, VI, VII, VIII, IX.

Deze uitgezochte buizen werden nu op eene lengte van circa 1 M. afgesneden en de eindvlakken met een amarylvijl afgeslepen, loodrecht op de lengte-as van de buis. Vervolgens werden de buizen gereinigd, door ze eerst eenigen tijd met zwavelzuur of zoutzuur te laten staan en ze na verwijdering van het zuur door langdurig uitspoelen met water (totdat het lakmoespapier niet meer verkleurd werd) uit te wasschen met alcohol en daarna met gedistilleerd water. Dan moesten de buizen gedroogd worden, 't geen verkregen werd door een stroom lucht, die vooraf door zwavelzuur en chloorcalciumbuisjes gegaan was, met behulp van een aspirator door te laten stroomen en te gelijkertijd de buizen te verwarmen Daarna werden zij op houten latjes bevestigd, waarop zij in uithollingen kwamen te liggen en door middel van krammetjes recht gehouden werden: dit latje werd ruw weg verdeeld in afdeelingen van 2 cM.

Door nu de buis te verwarmen, daarna het eene uiteinde te sluiten en het andere in een kwikbak te plaatsen, kon men een kwikzuil van willekeurige lengte in de buis opnemen Deze kwikzuil werd telkens door zacht stooten, wanneer de buis op 't latje in hellenden stand gebracht was, 2 cM. vooruitgedreven en de lengte er van bepaald door middel van een microscoop van nonius voorzien, dat langs een in Parijsche lijnen verdeelde schaal kon verschoven worden. De draad van het microscoop werd altijd zoo na mogelijk tot samenvalling gebracht met den scherpen rand van den kwikdroppel, waar de meniscus begint. Hierin bestond nu somtijds eenige onzekerheid, omdat die scherpe rand wel eens geen zuivere rechte lijn was en de meniscus niet altijd denzelfden vorm had. Dit maakt, dat in de verschillende lengte-bepalingen fouten van 0.05 Parijsche lijnen aanwezig kunnen zijn. In den regel zal de fout wel beneden dat bedrag zijn, doch in zeer enkele gevallen wellicht ook daarboven.

Iedere buis werd op deze wijze 2 of 3 maal bewerkt met kwikzuilen van verschillende lengten. De uitkomsten dier metingen worden hier medegedeeld.

T A

Merk.	Buis N°. 1.		Buis N°. 2.		Buis N°. 4.		
	1e.	2e.	1e.	2e.	1e.	2e.	3e
4						7.56	7.
2		8.95		9.—		7.54	
0	19.31	9.02	17.78	8.88	18.08	7.45	7.1
2	19.35	9.04	17.70	8.88	18.04	7.50	7.2
4	19.34	9.04	17.62	8.78	17.97	7.38	7.2
6	19.40	9.08	17.58	8.74	17.86	7.34	7.1
8	19.48	9.11	17.70	8.77	18.06	7.39	7.2
10	19.50	9.11	17.76	8.84	18.06	7.48	7.2
12	19 50	9.10	17.78	8.87	18.01	7.44	7.2
14	19.50	9 10	17.74	8.85	17.92	7.37	7.2
16	19.52	9.12	17.76	8.85	17.84	7.41	7.1
18	19.58	9.19	18.—	8.93	17.74	7.38	7.1
20	19.68	9.23	18.25	9.09	17.67	7.30	7.0
22	19.72	9.16	18.33	9.15	17.53	7.27	7.0
24	19.71	9.17	18.32	9.14	17.49	7.23	7.0
26	19.70	9.22	18.37	9.19	17.56	7.19	6.9
28	19.68	9.20	18.39	9.23	17.28	7.13	6.9
30	19.60	9.15	18.30	9.18	17.22	7.09	6.8
32	19.57	9.15	18.26	9.15	17.22	7.07	6.8
34	19.52	9.13	18.22	9.17	17.19	7.06	6.8
36	19.46	9.09	18.12	9.09	17.09	7.05	6.8
38	19.44	9.09	17.98	9.—	16.98	7.03	6.8
40	19.36	9.10	17.94	8.93	16.86	6.99	6.7
42	19.37	9 03	18.02	9.01	16.77	6.94	6.7
44	19.36	9.05	18.04	9.04	16.75	6.90	6.67
46	19.42	9.07	18.04	9.01	16.78	6.87	6.68
48	19.40	9.07	17.99	9.02	16 78	6.90	6 67
50	19.40	9.06	17.85	8.96	16.84	6.90	6.69
52	19.40	9.02	17.80	8.88	16.85	6.92	6.75
54	19.31	9.02	17.80	8.89	16.93	6.93	6.73
56	19 26	8.99	17.76	8.86	16.95	6.96	6.78
58	19.20	8.95	17.82	8.89	16.76	6.95	6.71

I.

Buis N°. 6.			Buis N°. 7.		Buis N°. 8.		Buis N°. 9.	
e.	2e.	3e	1e.	2e.	1e.	2e.	1e.	2e.
	7.68							
	7.66		9.68	7.50	7.56	6.66	7.27	4.89
.60	7.66	6.69	9.68	7.50	7.61	6.72	7.31	4.91
.60	7.60	6.64	9.67	7.50	7.70	6.80	7.41	4.96
.51	7.67	6.62	9.63	7.48	7.69	6.76	7.43	5.01
.58	7.63	6.63	9.66	7.48	7.69	6.85	7.53	5.06
.63	7.63	6.70	9.69	7.48	7.70	6.85	7.59	5.08
.67	7.67	6.70	9.75	7.49	7.73	6.80	7.65	5.13
.74	7,72	6.75	9.72	7.56	7.64	6.75	7.68	5.15
.79	7.76	6.77	9.65	7.53	7.58	6.69	7.70	5.19
.84	7.78	6 78	9.66	7.48	7.51	6.63	7.76	5.22
.90	7.81	6.81	9.61	7.47	7.60	6.60	7.76	5.24
.95	7.82	6.83	9.62	7.45	7.61	6.65	7.78	5.23
.—	7.86	6.84	9.69	7.45	7.66	6.68	7.86	5.29
.15	7.87	6.88	9.77	7.57	7.66	6.68	7.89	5.30
.06	7.92	6.93	9.78	7.59	7.67	6.71	7.90	5.36
.05	7.92	6.92	9.78	7.60	7.60	6.69	7.95	5.33
.07	7.94	6.91	9.73	7.60	7.56	6 62	7.96	5.36
6.04	7.90	6.95	9.65	7.52	7.54	6.56	7.98	5.37
6.—	7.86	6.92	9.62	7.48	7.48	6.47	7.91	5.30
5.90	7.84	6.87	9.60	7.45	7.39	6.45	7.86	5.33
5.85	7.80	6.86	9.69	7.46	7.36	6.45	7.86	5.28
5.86	7.77	6.83	9.78	7.58	7.33	6.46	7.82	5.30
5.84	7.77	6.82	9.80	7.63	7.42	6.48	7.81	5.27
5.87	7.76	6.80	9.90	7.62	7 42	6.53	7.77	5.29
5.93	7.79	6.84	9.95	7.68	7.44	6.55	7.75	5.22
5.98	7.81	6.85	9.92	7.72	7.49	6.58	7.70	5.22
6.—	7.85	6.90	9.91	7.69	7.52	6.60	7.67	5.18
6.04	7.90	6.91	9.83	7.70	7.56	6.68	7.67	5.17
6.11	7.85	6.94	9 87	7.65	7.56	6.64	7.64	5.18
6.12	7.92	6.97	9.92	7.68	7.56	6.68	7.62	5.14
6.17	7.96	6.94	9.93	7.70	7.54	6.62	7.63	5.14

Merk.	Buis N°. 1.		Buis N°. 2.		Buis N°. 4.		
	1e.	2e.	1e.	2e.	1e.	2e.	3e.
60	19.26	8.98	17.86	8.90	16.64	6.91	6.69
62	19.31	8.98	17.78	8.93	16.52	6.85	6.62
64	19.37	9.03	17.74	8.86	16.40	6.81	6.57
66	19.38	9.02	17.74	8.90	16.34	6.73	6.51
68	19.41	9.02	17.74	8.89	16.36	6.72	6.51
70	19.40	9.04	17.80	8.88	16.38	6.71	6.55
72	19 37	9.05	17.80	8.92	16.40	6.67	6.56
74	19.33	9.02	17.84	8.94	16.41	6.76	6.56
76	19.30	9.01	17.74	8.86	16.39	6.73	6.57
78	19.36	8.98	17.70	8.85	16.38	6.70	6.54
80	19.40	9.04	17.76	8.89	16.32	6.69	6.46
82	19.40	9.06	17.78	8.88	16.40	6.70	6.50
84	19.33	9.04	17.68	8.89	16.42	6.72	6.52
86	19.30	9.—	17.58	8.81	16.42	6.78	6.44
88	19.17	9.—	17.45	8.70	16.38	6.77	6.49
90	19.—	8.91	17.34	8.69	16.28	6.72	6.51
92	18.95	8.84	17.24	8.61	16.18	6.69	6.49
94	18.84	8.81	17.10	8.56	16.16	6.64	6.43
96		8.75	17.17	8.52	16.17	6.67	6.50
98		8.68		8.57		6.69	6.46
100		8.68		8.53		6.68	6.47
102		8.64					
104							
106							
108							
110							
112							
114							
116							
118							
120							
122							
124							

uis N°. 6.		Buis N°. 7.		Buis N°. 8.		Buis N°. 9.	
2e.	3e.	1e.	2e.	1e.	2e.	1e.	2e.
7.97	6.94	10.—	7.71	7.60	6.64	7.59	5.12
7.94	6.97	9.95	7.74	7.62	6.69	7.59	5.11
7.94	6.97	9 93	7.71	7.64	6.78	7.53	5.11
7.91	6.95	10.04	7.71	7.68	6.79	7.50	5.10
7.96	6.95	10.18	7.81	7.76	6.77	7.48	5.09
7.97	6.94	10.23	7.87	7.77	6.85	7.49	5.07
7.97	6.96	10.07	7.90	7.84	6.90	7.44	5.05
7.96	6.98	9.98	7.77	7.90	6.90	7.47	5.02
7.96	6.98	9.92	7.69	7.91	6.96	7.40	4.99
7.96	6.98	10.—	7.72	7.98	6.97	7.35	4.95
7.98	6.98	10.07	7.78	8.01	7.03	7.41	4.94
7.96	6.97	10.03	7.76	8.04	7.03	7.42	4.90
8.—	6.98	10.—	7.80	8.06	7.05	7.42	4.98
8.03	7.—	9.91	7.74	8.08	7.05	7.49	4.89
8.02	7.02	9.96	7.74	8.13	7.14	7.52	4.96
8.06	7.06	9.97	7.74	8.23	7.18	7.48	4.97
8.10	7.04	9.96	7.74	8.25	7.23	7.38	4.96
8.07	7.03	10.01	7.78	8.30	7.26		
8.03	7.02	9.92	7.72	8.25	7.26		
8.—	6.99	9.93	7.71				
		9.86	7.65				
		9.79	7.56				
		9.78	7.61				
		9.82	7.60				
		9.84	7.65				
		9.71	7.55				
		9.61	7.46				
		9.63	7.48				
		9.63	7.46				
		9.62	7.43				
		9.60	7.43				
		9.61	7.43				
		9.60	7.36				

Van deze gegevens moest gebruik gemaakt worden om den invloed van de afwijking van den cilindrischen vorm op den weerstand van de buis te bepalen. Daartoe werd iedere buis beschouwd als te bestaan uit de samenvoeging van eenige cilindrische en conische gedeelten, en werd de weerstand van ieder dier deelen berekend; noemen wij die w_1, w_2 enz. en zij W de weerstand van een volkomen cilindrische buis van gelijken inhoud en gelijke lengte, dan wordt de invloed der coniciteit in rekening gebracht, door den, uit den cilinder berekenden weerstand te vermenigvuldigen met een factor $C = \frac{w_1 + w_2 + \ldots}{W}$.

Zijn R en r de stralen van de eindvlakken van den afgeknotten kegel, en l zijne lengte, dan is $w_1 = a \frac{l}{\pi R r}$; voor een cilindervormig stuk kan $R = r$ gedacht worden, zoodat de totale weerstand van de buis is $= a \Sigma \frac{l}{\pi R r}$.

De inhoud van de buis is

$$\Sigma \, {}^1/_3 \, \pi l (R^2 + R r + r^2),$$

derhalve de doorsnede van de gemiddelde cilindrische buis

$$\frac{\Sigma \, {}^1/_3 \, \pi l (R^2 + R r + r^2)}{L}$$

en de weerstand

$$W = \frac{a L^2}{\Sigma \, {}^1/_3 \, \pi l (R^2 + R r + r^2)}$$

en alzoo

$$C = \frac{\Sigma l (R^2 + R r + r^2) \times \Sigma \frac{l}{R r}}{3 L^2}.$$

In plaats van R en r is 't voldoende, grootheden in te voeren, deze met die waarden evenredig zijn: 't is duidelijk dat de verschillende waarden voor de lengte van den kwikdroppel omgekeerd evenredig zijn met de vierkanten van R en r.

Gelijk reeds opgemerkt is, wijkt deze wijze van berekening

af van de door SIEMENS aangegeven en door SABINE en DEHMS nagevolgde methode. Immers deze beschouwden de geheele buis als één afgeknotten kegel, waarbij voor de eindvlakken genomen werden de grootste en kleinste doorsnede, die de buis vertoonde over zijne geheele lengte.

MATTHIESSEN *) heeft bij zijne proeven eene andere rekenwijze gevolgd en de buis beschouwd als te bestaan uit een aantal kleine cilindertjes, waarvan de doorsnede gevonden werd uit de lengte van de kwikzuil op ieder punt.

Omtrent deze rekenwijze zegt SIEMENS †):

"Herr MATTHIESSEN wendet eine Correctionsformel an für "die conische Form der Röhren, welche grössere Abweichungen "giebt, wie die meinige da er zich das Rohr aus cylindrischen "Stücken anstatt aus conischen zusammengesetzt vorstellt".

En hierop antwoordt MATTHIESSEN §).

"Ein Mathematiker dem ich die Frage (über die Correction "der conischen Form der Röhren) vorlegte, hat mir mitgetheilt, "dass unser Ausdrück vollkommen so genau sei, wie der von "Dr. SIEMENS benutzte (beide Formeln sind nur Näherungs-"formeln)".

De aangeduide berekeningswijze, toegepast op buis N°. 1 geeft de volgende resultaten:

merk 0— 21	afgekn. kegel	waaruit C =	1.00015 (1e bepaling)
" 21— 59	" "		1.00010 (2e ")
" 59 - 89	cylinder		
" 89—103	afgekn. kegel		

Buis N°. 2.

merk 0— 17	cilinder	C =	1.00014 1e bepaling.
" 17— 29	afgekn. kegel		1.00025 2e "
" 29— 41	" "		
" 41— 85	cilinder		
" 85— 93	afgekn. kegel		
" 93 -100	cilinder		

*) *Reports of the Committee on Electrical Standards (British Association)* pag. 128.

†) POGG *Ann.* Bd. 127, pag. 341.

§) " " " 129, " 166.

Buis N°. 4.

merk	0— 19	cilinder	C = 1.00140 1e bepaling.
〃	19— 45	afgekn. kegel	1.00150 2e 〃
〃	45— 57	cilinder	
〃	57— 67	afgekn. kegel	
〃	67—101	cilinder	

Buis N°. 6.

merk	0— 9	cilinder	C = 1.00017 1e bepaling.
〃	9—31	afgekn. kegel	1.00034 2e 〃
〃	31—45	〃 〃	
〃	45—61	〃 〃	
〃	61—83	cilinder	
〃	83—99	〃	

Buis N°. 7.

merk	2— 37	cilinder	C = 1.00018 1e bepaling.
〃	37— 47	afgekn. kegel	1.00020 2e 〃
〃	47— 99	cilinder	
〃	99—111	afgekn. kegel	
〃	111—125	cilinder	

Buis N°. 8.

merk	2—11	afgekn. kegel	C = 1.00083 1e bepaling.
〃	11—31	cilinder	1.00084 2e 〃
〃	31—41	afgekn. kegel	
〃	41—61	〃 〃	
〃	61—97	〃 〃	

Buis N°. 9.

merk	2— 9	afgekn. kegel	C = 1.00055 1e bepaling
〃	9—33	〃 〃	1.00071 2e 〃
〃	33—49	〃 〃	
〃	49—65	〃 〃	
〃	65—93	cilinder	

De lengte der buizen is bepaald op een comparateur, waarop het eene einde der buis tegen een vast stuk, het nulpunt der verdeeling, werd aangeschoven, terwijl een beweegbaar, van nonius voorzien stuk tegen het andere uiteinde zacht werd aangedrukt.

Later is die lengte nogmaals bepaald met een comparateur van DUMOULIN-FROMENT, waarbij een verplaatsbaar microscoop

achtereenvolgens op de beide uiteinden gericht werd. De lengte kan door dit instrument gemakkelijk in honderdste deelen van m.M. nauwkeurig bepaald worden, zoodat er hier aanleiding bestond den invloed van de verschillende uitzettings coëfficiënten van staal en glas, bij de bepaling van de lengte der buizen bij 0° toe te passen.

De bepalingen geschiedden bij een temperatuur van 15°.

	Eerste bepaling.	Latere bepaling.
Buis N°. 1	1059.5 m.M.	1059.60 bij 0° C.
〃 〃 2	1045.0 〃	1045.07 〃 〃
〃 〃 4	1060.1⁵ 〃	1060.18 〃 〃
〃 〃 6	1045.0⁵ 〃	1045.10 〃 〃
〃 〃 7	1274.8 〃	1274.82 〃 〃
〃 〃 8	997.6 〃	997.59 〃 〃
〃 〃 9	968.1 〃	968.06 〃 〃

Alleen van de laatste lengte-bepalingen is gebruik gemaakt.

Ter bepaling van den inhoud der buizen werd het gewicht bepaald van het kwikzilver, waarmede zij gevuld werden. Vooraf waren de buizen nogmaals zeer zorgvuldig schoongemaakt en gedroogd op de vroeger meêgedeelde wijze. Het kwikzilver, dat hierbij, evenals bij alle verdere waarnemingen gebruikt werd, was gedistilleerd in een toestel van WEINHOLD, beschreven en afgebeeld in *Carl's Repertorium* Bd. IX pag. 69.

De vulling geschiedde op de volgende wijze: Het eene uiteinde van de te vullen buis werd door een caoutchouc buisje aan een kwikzilver-luchtpomp bevestigd, zoodat de buis door middel van een kraan al of niet met de luchtledige ruimte in verband kon gebracht worden. Het andere uiteinde reikte in een circa 50 cM. lager staanden bak met kwikzilver. Nadat het reservoir luchtledig gemaakt was, werd de kraan voorzichtig geopend en men kon 't gemakkelijk zoo regelen, dat de opstijging van kwikzilver in de buis zeer langzaam geschiedde. Bij deze wijze van vulling werden er nimmer sporen van luchtbellen aan de wanden van de buis ontdekt.

Het ondereinde van de buis werd nu met den vinger afgesloten, het boveneinde losgemaakt en de buis verticaal gesteld. Steeds was er dan aan de bovenzijde een meniscus, die met een vlak glazen plaatje werd weggestreken. Door het kwik-

zilver langzaam uit de buis te doen loopen in een bekerglaasje, kon men zorgen dat er niets in de buis achterbleef.

De temperatuur van het kwikzilver was vooraf bepaald en na de uitvloeiing werd nagegaan in hoeverre deze veranderd was. Ook werd zorg gedragen gedurende deze bewerking de buis niet met de hand aan te raken en aldus vermeden dat het kwikzilver op die wijze wierd verwarmd.

Wij halen hier aan, wat door SIEMENS opgemerkt wordt omtrent de vulling der buizen met kwikzilver.

„Ferner füllt er (MATTHIESSEN) das Rohr durch Eintauchen „in eine mit Quecksilber gefüllte Rinne, und hebt es aus diesem „Bade, indem er seine Enden zwischen zwei Finger presst. Na„türlich werden dadurch die Rohrenden mit der weichen Haut „seiner Fingerspitzen, anstatt mit Quecksilber gefüllt, wodurch „der Inhalt der Rohres zu klein wird."

Deze grief zou dus ook eenigermate op onze wijze van vulling toepasselijk zijn, doch niet onjuist komt ons 't hierop door MATTHIESSEN gegeven antwoord voor:

„Hätte sich, wie Dr. SIEMENS vermuthet, die weiche Haut „der Fingerspitzen in die Oeffnungen der Röhre gedrückt, als „sie aus dem Troge genommen wurde, so würden wir kaum „solche übereinstimmende Wägungen erhalten haben; die grösste „Differenz zwischen den einzelnen Wägungen der ersten Röhre „betrug 0.011, der zweiten 0.007 und der dritten 0.07 Proc."

Bij alle wegingen werd eerst door tarra in de eene schaal evenwicht gemaakt met het bekerglaasje met kwikzilver in de andere: vervolgens het kwikzilver verwijderd en door middel van gewicht op nieuw evenwicht gemaakt met deze zelfde tarra. Deze gewichtstukken waren voor dit doel vooraf vergeleken met een stel normaal-gewichten, zooals die op de ijkkantoren aanwezig zijn. De heer DIRKS, arrondissements-ijker te 's Gravenhage heeft de goedheid gehad zich met dit onderzoek te belasten. Uit de volgende opgave kan blijken, dat dit onderzoek niet overbodig geweest is:

	Fout.		Fout.
1000 Gram stuk	— 0.7 G.	10 Gram stuk.	0
500 „	— 0.8 „	5 „	+ 4 m.G.
200 „	+ 0.2 „	2 „	+ 3 „
100 „	— 0.1 „	2 „	+ 3 „
100 „	— 0.2 „	1 „	+ 5 „

	Fout.		Fout.
50 Gram stuk	— 14 m.G.	500 m.G.	+ 0.9 m.G.
20 〃	— 9 〃	200 〃	— 0.3 〃
10 〃	+ 2 〃	100 〃	+ 0.2 〃
		100 〃	— 0.3 〃

	Fout.
50 m.Gr. stuk.	— 0.3 m.G.
20 〃	— 0.2 〃
10 〃	— 0.1 〃
10 〃	+ 0.8 〃
5 〃	+ 0.1 〃
2 〃	+ 0.1 〃
2 〃	+ 0.2 〃
1 〃	+ 0.1 〃

De uitkomsten der wegingen moeten herleid worden tot kwikzilver-vullingen bij 0° en tot wegingen in het luchtledige.

Voor de eerste correctie hebben wij: $P_0 = P_t \left(1 + \frac{1}{6480} t\right)$; voor de tweede vermenigvuldigen wij met (1—0.000056). Deze laatste coëfficiënt wordt gevonden door de opmerking, dat ieder gevonden gewicht verminderd moet worden met het verschil der gewichten van de door de geelkoperen gewichtstukken en het kwikzilver verplaatste luchtvolumina. Vanwaar echter de coëfficiënt 1.0000908 komt, die SABINE opgeeft, om deze correctie aan te brengen, is ons niet duidelijk. Bij de gewichtsbepalingen zijn geen tiendedeelen van milligrammen waargenomen; deze zouden slechts eene schijnbare verhooging der nauwkeurigheid aangebracht hebben, daar de fouten veroorzaakt bij de vulling en de temperatuursbepaling aanzienlijker afwijkingen ten gevolge hebben.

Het is wellicht niet overbodig hier bij te voegen, dat de zes bepalingen voor iedere buis (uitgezonderd de 2e bij buis I en de 1e bij buis IX) allen terstond na elkaar verricht zijn en dat dus niet, uit een grootere rij van bepalingen, de meest met elkaar overeenkomende uitgezocht zijn.

De uitkomsten der wegingen zijn de volgende: (Zie Tabel II.)

TABEL II.

GEWICHTSBEPALING.

Temperatuur.	Waargen. Gew.	Gecorrig. Gew.	Gemidd. waarde.	Gemidd. afw. van gem.
Buis N°. I.				
17°.4	27.886 Gr.	27.959	27.956^5	0.005 perc.
17°.4	27.885 ″	27.958		
17°.2	27.884 ″	27.957		
11°.4	27.907 ″	27.954		
11°.3	27.907 ″	27.955		
19°.4	27.872 ″	27.956		
Buis N°. II.				
17°.8	68.225 ″	68.408	68.408	0.006 perc.
17°.7	68.230 ″	68.412		
17°.6	68.226 ″	68.407		
19°.9	68.208 ″	68.412		
19°.8	68.208 ″	68.413		
19°.5	68.197 ″	68.398		
Buis N°. IV.				
17°.6	42.015 ″	42.127	42.126	0.007 perc.
17°.7	42.018 ″	42.131		
17°.7	42.015 ″	42.128		
18°.4	42.005^5 ″	42.123		
18°.5	42.002 ″	42.120		
18°.6	42.009 ″	42.128		
Buis N°. VI.				
17°.3	50.174 ″	50.305	50.315	0.010 perc.
17°.5	50 181 ″	50.314		
17°.5	50.179 ″	50.312		
17°.5	50.181 ″	50.314		
17°.5	50.187 ″	50.320		
17°.5	50.192 ″	50.325		
Buis N°. VII.				
17°.3	83.590 ″	83.809	83 808	0.004 perc.
15°.3	83.612 ″	83.806		
16°.5	83.602 ″	83.811		
17°.2	83.584 ″	83.802		
17°.4	83.587 ″	83.807		
17°.6	83.591 ″	83.815		
Buis N°. VIII.				
18°.6	52.061 ″	52.208	52.216	0.008 perc.
18°.8	52.070 ″	52.218		
18°.8	52.062 ″	52.210		
18°.9	52.069 ″	52.118		
18°.9	52.071 ″	52.220		
19°.	52.073 ″	52.222		
Buis N°. IX.				
19°.7	65.218 ″	65.413	65.418	0.007 perc.
19°.7	65.220 ″	65.415		
19°.7	65.229 ″	65.424		
19°.6	65.222 ″	65.416		
19°.6	65.229 ″	65.423		
15°.8	65.264 ″	65.419		

Volgens de formule $W = \frac{l^2 \sigma}{P} C$

zullen wij nu den weerstand van ieder der kwikbuizen in 1000ste deelen van de eenheid van SIEMENS uitdrukken.

	W.	W′	
Buis 1. . . .	546.09	546.76	$r = 0.786$
〃 2. . . .	217.11	217.52	$r = 1.238$
〃 4. . . .	363.27	363.80	$r = 0.9645$
〃 6. . . .	295.21	295.69	$r = 1.062$
〃 7. . . .	263.70	264.11	$r = 1.241$
〃 8. . . .	259.34	259.80	$r = 1.107$
〃 9. . . .	194.90	195.30	$r = 1.258$

De waarden W′ behoeven eenige toelichting:

Volgens SABINE behooren de waarden W vermeerderd te worden met een uitbreidingsweerstand van de uiteinden der buis in de omgevende kwikzilvermassa. Deze weerstand wordt beschouwd als die van eene halve bolvormige schaal, waarvan de inwendige straal gelijk aan die van de buis en de uitwendige oneindig groot is. Brengt men dezen weerstand aan beide uiteinden aan, dan komt dit hierop neer, dat de lengte van de buis met haren straal vermeerderd moet worden en dus $W = W\left(1 + \frac{r}{l}\right)$ wordt.

MAXWELL *) behandelt naar eene door STRUTH †) aangegeven methode de vraag, welke correctie aangebracht moet worden aan de lengte van een cilindrischen stroomgeleider welks straal r is, wanneer zijn uiteinde in contact is met een electrode, waarvan de afmetingen in alle richtingen groot zijn ten opzichte van den straal van den cilinder. Voor die correctie wordt eene te kleine en eene te groote benaderde waarde berekend, welke $0.785\ r$ en $0.828\ r$ bedragen.

De daar aangegeven methode schijnt ons verre de voorkeur te verdienen boven de door SABINE gevolgde. Daarom zijn de voor den weerstand der electroden gecorrigeerde waarden W′,

---

*) MAXWELL, *Electricity and Magnetism*, I, pag. 358.

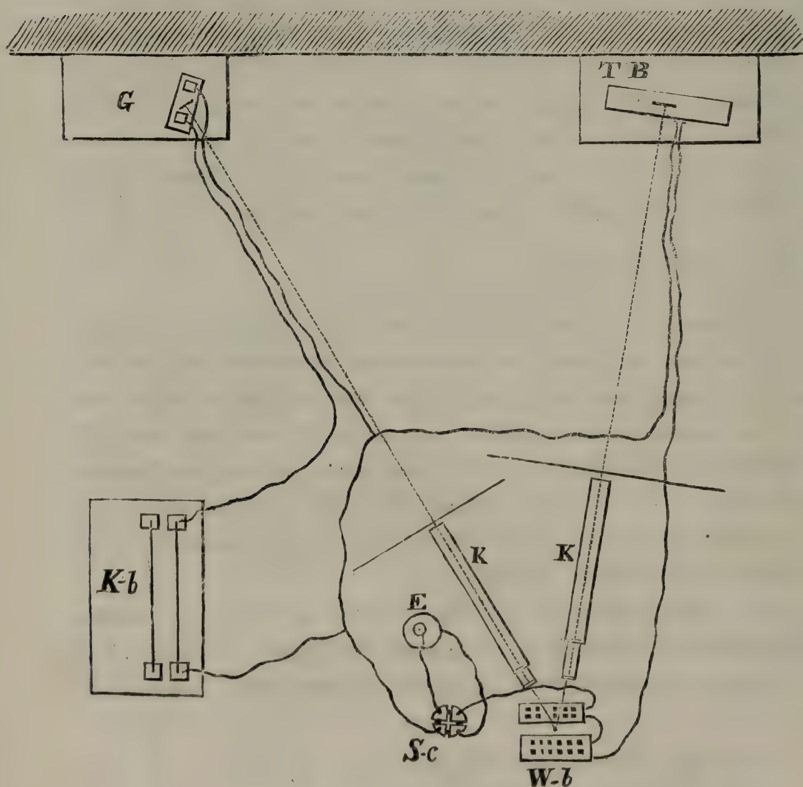
†) *Phil. Transactions* 1871, pag. 77.

zoodanig berekend, dat aan weerszijden van de buis aan de lengte 0.8 r is toegevoegd. Van daar dat $W' = W\left(1 + 1.6\frac{r}{l}\right)$.

Nu moesten de met kwikzilver gevulde buizen als weerstanden voor den galvanischen stroom gebruikt en de verhouding dier weerstanden bepaald worden.

Alle bij dit onderzoek voorkomende weerstandsbepalingen zijn verricht volgens de methode van BOSSCHA.

Deze methode, door SCHROEDER V. D. KOLK *) beschreven, berust hierop, dat in een stroomvertakking vóór en na de inlassching der weerstanden de stroom in den tak, waarin de weerstanden gebracht worden, standvastig gehouden wordt, door verandering van de stroomsterkte in den hoofdtak. Uit de verschillende in den hoofdtak bepaalde stroomsterkten, kan men dan op de volgende wijze de verhouding der weerstanden bepalen.



Zij de stroomsterkte in den hoofdtak I_0 en die in den tak waarin de multiplicator geplaatst is, i, dan is, als a en b de weerstanden zijn van de beide geleiders, waarin de hoofdstroom zich vertakt,

$$i = \frac{a}{a + b} I_0.$$

Wordt nu in den tak b de weerstand m ingevoerd, dan zal de stroomsterkte i afnemen, doch op hetzelfde bedrag gehouden kunnen worden, indien men in den hoofdstroom door vermindering van weerstand de stroomsterkte I_0 tot I_1 laat aangroeijen; alsdan is:

$$i = \frac{a}{a + b + m} I_1.$$

Hetzelfde wordt gedaan na inlassching van den tweeden weerstand n, alsdan is:

$$i = \frac{a}{a + b + n} I_2$$

waaruit wordt afgeleid:

$$\frac{m}{n} = \frac{I_1 - I_0}{I_2 - I_0}.$$

Het is hierbij geen vereischte, dat de waarde van i in deze drie gevallen volkomen gelijk zijn, wat ook in de meeste gevallen moeijelijk te bereiken zou zijn. De waarden van i zullen in zooverre mogen veranderen, als aangenomen mag worden, dat tusschen zulke grenzen de stroomsterkten evenredig met de aflezingen van den multiplicator mogen beschouwd worden. Men zal dan in de berekening in plaats van I_0, I_1 en I_2, de quotienten $\frac{I_0}{i}$, $\frac{I_1}{i}$ en $\frac{I_2}{i}$ moeten invoeren.

Wij willen nu kort uiteenzetten om welke eigenaardige voordeelen deze methode boven andere te verkiezen is.

Indien het bij de methode van den differentiaal-galvanometer of van de brug van Wheatstone te doen is, niet om het co-

piëeren van een gegeven weerstand, doch, zooals hier en bijna altijd het geval is, om de onbekende verhouding van twee gegeven weerstand en te bepalen, dan stuit men daarbij op een overwegend bezwaar. Want bij die methoden wordt de gevraagde verhouding uitgedrukt in de verhouding van twee andere weerstanden, voor welke gewoonlijk deelen van een, in een rheostaat uitgespannen metaaldraad genomen worden. Men stelt dan eenvoudig de verhouding dezer laatste weerstanden gelijk aan die hunner lengten, zoodat het bepalen van de verhouding van weerstanden teruggebracht wordt, tot die van twee uit te meten deelen van een draad.

Deze beide methoden berusten dus geheel op het beginsel, dat weerstanden van verschillende deelen van een metaaldraad, als evenredig met hare lengten gesteld mogen worden. Hiertegen bestaan echter bedenkingen. Want, al ziet men ook af van de moeijelijkheid om een draad van overal gelijke doorsnede te verkrijgen, dan mag toch de specifieke weerstand van de verschillende deelen van den draad niet, zonder nader onderzoek, als eene standvastige grootheid beschouwd worden. Voornamelijk om dezen reden schenen ons die beide methoden te verwerpen te zijn.

Over de meer practische bezwaren, die bij het gebruik van een rheostaat als meetinstrument niet achterwege kunnen blijven en die voornamelijk, door het verschuifbaar contact veroorzaakt worden, is reeds bij de bespreking der waarnemingen van SABINE gehandeld.

De hier toegepaste methode van BOSSCHA is van deze gebreken vrij. De verhouding van twee weerstanden wordt daarbij uitgedrukt in de verhouding van stroomsterkten, die volgens bekende wetten uit de waargenomen grootheden kunnen worden afgeleid. In zooverre vertoont deze methode dus overeenkomst met de door WEBER in zijne „Widerstandsbestimmungen" gevolgde methode, doch deze staat, wat de eenvoudigheid van uitvoering en berekening betreft, verre bij die van BOSSCHA ten achter. Bovendien is men bij het gebruik dezer laatste geheel onafhankelijk van mogelijke verandering van de electromotorische kracht en den weerstand der electriciteitsbron, eene oorzaak van fouten, die bij WEBER's methode zoo goed mogelijk

wordt vermeden door als electriciteitsbron inductiewerkingen te gebruiken, van welke men mag aannemen, dat zij slechts aan kleine veranderingen onderhevig zijn.

Door KOHLRAUSCH *) is nog eene methode aangegeven van weerstandsbepaling, berustende op het verband tusschen het logarithmisch decrement der slingeramplituden bij een gesloten multiplicator en den weerstand van dien gesloten geleider. Deze methode die wat eenvoudigheid betreft, weinig te wenschen schijnt over te laten, is eveneens vrij van de vermelde gebreken der methoden van den differentiaalgalvanometer en van de brug van Wheatstone. Men mag echter betwijfelen, of de voordeelen aan de door WEBER en KOHLRAUSCH gebruikte inductie-stroomen verbonden, wel opwegen tegen de mindere nauwkeurigheid, waarmede een logarithmisch decrement, in vergelijking met een bepaalde afwijking van den magneetnaald, gemeten kan worden.

Voor het uitvoeren van weerstandsbepalingen, volgens de door ons gevolgde methode, zijn, zooals uit het voorafgaande blijkt, gelijktijdige stroomsterktemetingen noodig in den hoofdtak en in den neventak. Doch de daartoe benoodigde instrumenten moeten aan zeer verschillende eischen voldoen. Door middel van den multiplicator in den neventak, behoeft slechts te kunnen worden nagegaan, of de stroomsterkte in dien tak dezelfde is gebleven, terwijl het verband tusschen stroomsterkten en afwijkingen van de magneetnaald niet bekend behoeft te zijn: doch in den hoofdtak moeten de verhoudingen der stroomsterkten uit de uitslagen van de naald kunnen worden afgeleid.

Het eerste instrument was een gewijzigde multiplicator van WIEDEMANN met verschuifbare draadrollen. In plaats van den gemagnetiseerden stalen spiegel waren magneet en spiegel afzonderlijk aangebracht, zóó dat deze ten opzichte van elkaar gedraaid konden worden.

Het instrument in den hoofdtak was een tangentenboussole. De straal der cirkelvormige windingen bedroeg 500 m.M. en de halve lengte van den magneet 40 m.M., zoodat eene correctie voor de afwijking van de evenredigheid der stroomsterk-

---

*) POGG., *Ann.* Bd. 142, pag. 130.

ten met de tangenten der afwijkingshoeken moest aangebracht worden.

De magneet was opgehangen aan een bundel cocondraden en was, om hem spoediger in toestand van rust te krijgen, omgeven door een zwaar ringvormig stuk koper, dat als demper diende. De breedte van den houten ring, waarop de windingen aangebracht waren bedroeg 84 m.M.

De instrumenten werden op zoodanigen afstand van elkaar opgesteld, dat zij geen invloed op elkaar konden uitoefenen, noch door den magneet, noch door den stroom, die door de windingen ging en nadat de vlakken der windingen in den magnetischen meridiaan gebracht waren, werden de spiegels zoo ten opzichte der magneten gedraaid, dat de normalen op de spiegelvlakken elkander sneden in een punt, dat op circa 4 M. van de instrumenten verwijderd was. Nabij dit punt werden nu de kijkers opgesteld, zoo dat de oculairen onmiddellijk naast elkaar gelegen waren, waardoor het mogelijk werd, dat één waarnemer de uitslagen in beide instrumenten aflas. Loodrecht op de assen der kijkers waren nabij de objectieven glazen schalen geplaatst: de schaal van de tangentenboussole was 1.5 M. lang en in halve millimeters verdeeld; die van den galvanometer 1 M. lang en in millimeters verdeeld.

In de nabijheid van den waarnemer waren twee weerstandsbanken en een stoppencommutator in den hoofdtak geplaatst, waardoor hij in staat was den stroom al of niet in de eene of andere richting te doen doorgaan en de sterkte naar willekeur te wijzigen.

De waarnemingen werden verricht in een kelder, omdat de vloer, een stevig metselwerk, daar gerekend kon worden een onbewegelijk geheel met den grond te vormen. De tafel waarop de beide kijkers en schalen bevestigd waren, was aan deze gemetselde vloer vast gemaakt. De galvanometer en de tangentenboussole waren op wandtafels geplaatst. Bewegingen in het gebouw werden aan de instrumenten niet opgemerkt: wel was dit het geval, wanneer treinen zich over den nabij gelegen spoorweg bewogen. Dan moesten de waarnemingen een oogenblik worden gestaakt.

Daar in den kelder voor de verlichting der schalen van het

zonnelicht geen gebruik kon worden gemaakt, werd deze verkregen door een gaslamp met reflector, die telkens naar het punt van de schaal geschoven werd, dat in den kijker gezien werd.

De fouten, die bij de uitvoering dezer methode gemaakt zullen worden, hebben tweeërlei oorsprong.

In de *eerste* plaats zal in $\frac{m}{n}$ een fout aanwezig zijn, tengevolge van fouten, die bij de bepaling van I_0, I_1 en I_2 gemaakt worden. Zoeken wij naar den invloed, die een fout in elke dezer op $\frac{m}{n}$ heeft. Uit de formule

$$\frac{m}{n} = \frac{I_1 - I_0}{I_2 - I_0}$$

volgt,

$$\frac{d\left(\frac{m}{n}\right)}{dI_0} = \frac{\left(\frac{m}{n} - 1\right)}{I_2 - I_0};\ \frac{d\left(\frac{m}{n}\right)}{dI_1} = \frac{1}{I_2 - I_0};\ \frac{d\left(\frac{m}{n}\right)}{dI_2} = -\frac{\frac{m}{n}}{I_2 - I_0}.$$

Hieruit blijkt, dat een fout in I_0 een te geringeren invloed zal hebben, naarmate $\frac{m}{n}$ minder van de eenheid verschilt. Bij onze bepalingen was 1.4 de waarde van $\frac{m}{n}$ die het meeste van de eenheid verschilde: bij alle andere bepalingen was de afwijking van de eenheid veel minder, zoodat de fout in I_0 altijd den kleinsten invloed had. Overigens zal men te zorgen hebben, dat $I_2 - I_0$ zoo groot mogelijk zij ten opzichte van I_0. Uit de formulen

$$I_0 = \frac{a + b}{a}\, i \text{ en } I_2 = \frac{a + b + n}{a}\, i$$

volgt, dat dit bereikt wordt indien $a + b$ zoo klein mogelijk ten opzichte van n is.

De weerstand b wordt voor het grootste gedeelte gevormd

door die van den multiplicator: in ons geval was die zooveel mogelijk verminderd, door het stel klossen met windingen gelijktijdig door den stroom te doen doorloopen.

Aan het verkleinen van den weerstand *a* wordt eveneens een grens gesteld. Deze vloeit daaruit voort, dat in plaats van de grootheden I_0, I_1 en I_2 bij de waarnemingen $\frac{I_0}{i}$, $\frac{I_1}{i}$ en $\frac{I_2}{i}$ voorkomen en dus de fouten evenzeer veroorzaakt worden door die, welke bij de bepaling van *i* gemaakt worden. Opdat nu een fout in $\frac{I}{i}$ zoo gering mogelijk worde, behoort *i* zoo groot mogelijk te zijn. Daarom zal dan *a* slechts in zooverre verkleind mogen worden, dat nog *i* bij de maximum-gevoeligheid van den multiplicator door eene afwijking van de halve schaallengte afgelezen worde.

De fouten bij de bepaling der stroomsterkten dI_0, dI_1, dI_2, worden behalve door fouten in de aflezing, voornamelijk door veranderingen der declinatie gedurende de bepaling veroorzaakt. Ten einde geen invloed te ondervinden van fouten in de opstelling, werden de aflezingen op de schaal links en rechts van het nulpunt door omkeering van den stroom verricht. Daarop volgde dan een derde aflezing aan dezelfde zijde van de schaal als de eerste: verschilde deze laatste aflezing van de eerste 1 m M. of meer, dan werd de geheele bepaling verworpen.

Verder kon men daarmede niet gaan, daar steeds verschillen van enkele tiendedeelen van millimeters bij de eerste en derde aflezing voorkwamen en dan slechts zeer enkele bepalingen hadden kunnen behouden blijven. Toch moesten reeds vele bepalingen wegens declinatieveranderingen verworpen worden en was het soms geheele dagen onmogelijk eene bepaling te verrichten. Werd zij echter behouden, dan werd het gemiddelde van de eerste en derde aflezing van de tweede afgetrokken of omgekeerd en deze grootheid was de maat voor de te bepalen stroomsterkte. Indien de declinatieverandering gedurende deze aflezing gelijkmatig geschiedt, wordt de hierdoor veroorzaakte fout door de combinatie der drie waarnemingen geelimineerd.

Van veel belang is het, dat de waarnemingen zoo snel mogelijk geschieden en dus de magneten in den afgeweken toe-

stand spoedig in rust komen. In den multiplicator geschiedde dit door den zeer sterk dempenden koperring binnen 4 seconden. Bij de tangentenboussole was de demping niet zoo aanzienlijk en werd de magneet op eene zeer eenvoudige, door Prof. BOSSCHA aangegeven wijze, in rust gebracht. Nabij een der polen van den magneet werd een solenoide geplaatst, waarin de voor de kijkers gezeten waarnemer den stroom verbreken of in de eene of andere richting kon door laten gaan. Ging nu de slingerende magneet voorbij zijn evenwichtsstand, dan liet men de solenoide, door stroomsluiting in een of anderen zin gedurende een oogenblik daarop aantrekkend of afstootend werken, waardoor dan de magneet binnen één minuut in rust was gebracht.

Ook is het noodig, dat de aflezingen van multiplicator en tangentenboussole zoo na mogelijk gelijktijdig geschieden, opdat veranderingen in de electromotorische kracht van geen invloed zullen zijn. SCHROEDER VAN DER KOLK acht het hiertoe noodzakelijk, dat de waarnemingen door twee personen geschieden; bij dit onderzoek zijn zij evenwel steeds door één persoon verricht. Terwijl de naald van de tangentenboussole door de solenoide tot rust werd gebracht, werd de multiplicator afgelezen en nadat dit ook met de tangentenboussole verricht was, nogmaals gecontroleerd of de eerste ook een verandering had ondergaan. Het tijdsverloop tusschen de twee aflezingen is dan veel geringer, dan dat voor een geheele stroomsterktebepaling, gedurende welke men toch moet aannemen, dat de electromotorische kracht onveranderd blijft. Ook veroorzaakt de aflezing van de beide instrumenten door één waarnemer geen verlenging van den duur eener stroomsterktebepaling, daar gedurende het in rust brengen van de tangentenboussolenaald er ruim gelegenheid was den multiplicator af te lezen.

De aflezingen geschiedden in tiende- soms in twintigste deelen van millimeters.

Bij het gebruik dezer methode van weerstandsbepaling wordt ondersteld, dat gedurende de stroomsterktebepalingen, waaruit $\frac{m}{n}$ zal afgeleid worden, de weerstanden a en b onveranderd blijven. Daar evenwel de stroom, die door deze draden gaat ze verwarmt, zal nimmer geheel aan deze voorwaarde vol-

daan kunnen worden en daarin ligt een *tweede* bron van fout.

De vraag is, wat de invloed hiervan op de bepaling van $\frac{m}{n}$ zal zijn en hoe men dien zoo gering mogelijk kan maken.

Daar zich a priori over den invloed dier verwarming op $\frac{m}{n}$ niet veel laat zeggen, werd om het bedrag daarvan eenigzins te kunnen nagaan, na de bepaling van I_0, I_1 en I_2 nog eene bepaling van I_0 verricht en het gemiddelde van de beide waarden van I_0 bij I_1 en I_2 in rekening gebracht. Zijn *a* en *b* niet veranderd, dan moet voor I_0, behoudens de verschillen, door de eerste bron van fouten veroorzaakt, dezelfde waarde nà als vóór de bepaling van I_1 en I_2 gevonden worden Bestaat er verschil dan kan de grootte daarvan een maatstaf zijn van de grootte der fouten, die door de verandering der weerstanden *a* en *b* worden veroorzaakt.

In den regel bedroeg dit verschil enkele tienduizendste deelen: enkele malen klom het tot één duizendste en dan werden de bepalingen behouden, indien er aanleiding bestond te meenen, dat dit verschil voor een aanzienlijk deel door declinatieverandering veroorzaakt werd, daar gelijk wij gezien hebben, een fout in I_0 van geringen invloed op de bepaling van $\frac{m}{n}$ is. Bij grootere verschillen tusschen de beide waarden van I_0, zooals enkele malen voorkwam, werd de bepaling niet gebruikt.

De grootte der verwarming zelve hangt af van de stroomsterkte en van den tijd gedurende welken de stroom gesloten bleef. De stroom werd steeds geleverd door één DANIELL element en de grootste sterkte van den hoofdstroom bedroeg ongeveer 1 Web. eenheid. Verder werd alle zorg besteed, dat de stroom gedurende zoo korten tijd als slechts voor de aflezing noodig was, gesloten bleef.

Enkele malen is getracht, door eene combinatie van bepalingen in de volgorde I_0, I_1, I_2, I_1, I_0 de fouten door verwarming veroorzaakt eenigermate te elimineren, doch de afwijkingen onderling der uitkomsten bleven nagenoeg dezelfde. En vooral daarom is deze handelwijze opgegeven, omdat door den

langeren duur eener geheele bepaling, grooter kans bestond, dat wegens eene aanzienlijke declinatieverandering gedurende een der stroomsterkte-bepalingen de geheele waarneming verworpen moest worden.

Vóór wij nu overgaan tot de beschrijving der met de kwikbuizen verrichte waarnemingen, zullen wij nagaan welke correctiën aan de aflezingen van de tangentenboussole zijn aan te brengen om die als evenredig met de stroomsterkten te mogen beschouwen. Deze correctiën zijn van drieërlei aard:

1°. eene correctie, omdat de aflezingen evenredig zijn met de tangenten van den *dubbelen* uitwijkingshoek van den magneet.

2°. om de afwijking van de evenredigheid der stroomsterkten van de wet der tangenten;

3°. wegens de breking der door de verzilverde vóórvlakte van den spiegel teruggekaatste stralen door de glazen dekplaat.

Deze correctiën zijn uitvoerig behandeld door SCHROEDER V. D. KOLK in zijne aangehaalde verhandeling en wij hebben die wijze geheel gevolgd: met deze uitzondering nochtans dat, zooals door SPRUYT in zijne dissertatie is opgemerkt, voor de 3e correctie het dubbele van het door SCHROEDER V. D. KOLK aangegeven bedrag in rekening is gebracht.

De eerste correctie wordt gevonden door de tangens van den uitwijkingshoek uit te drukken in die van den dubbelen hoek en de daarvoor verkregen uitdrukking in eene reeks te ontwikkelen, volgens de opklimmende machten van $\frac{e}{a}$, waarbij e de aflezing aan de eene zijde van het nulpunt en a de af stand van spiegel tot schaal beteekent. Bij onze bepalingen bedroeg die afstand 2.925 M.

De tweede correctie is verricht volgens de door Prof. BOSSCHA *) gegeven uitdrukking voor het verband tusschen d stroomsterkte en de afwijking van den magneet in eene tangentenboussole, wanneer daarbij op de lengte van de naald en de breedte der windingen gelet werd. Substitueerden wij de afmetingen onzer tangentenboussole in die formule, dan werd

*) POGG., *Ann.* Bd. 101, pag. 527.

voor de correctie aan de afwijking e van het nulpunt op de schaal aan te brengen, gevonden:

$$0.03075 \frac{e^2}{4a^2 + e^2} e.$$

De laatste correctie wordt aangebracht voor de evenwijdige verplaatsing die de van den spiegel teruggekaatste lichtstraal door de 6 m.M. dikke dekplaat ondergaat. De correctie aan e aan te brengen is:

$$6 \frac{e}{a} \left(\frac{n-1}{n} + \frac{n^2-1}{2n^3} \frac{e^2}{a^2} \right)$$

waarin n den brekingscoëfficient van het glas voorstelt.

Gaan wij nu over tot eene nadere beschrijving van wat met de met kwikzilver gevulde buizen is verricht.

Vooral moest bij het gebruik dezer buizen als weerstanden er op gelet worden, dat in den tak waarin de multiplicator stond, bij het inbrengen der kwikbuizen geen andere weerstand dan deze werd ingevoerd. Ten einde dit zoo goed mogelijk te verkrijgen, werden glazen bakjes gebruikt van circa 5 c.M. in het vierkant doorsnede en gelijke hoogte.

De kwikbuizen werden in openingen in 't midden van een zijwand der bakjes aangebracht, door middel van caoutchouc-stoppen bevestigd. De uiteinden der buizen bevonden zich daarbij op ongeveer 1 c.M. afstand van den zijwand. Dit geheel werd nu met kwikzilver gevuld, welke vulling evenals die, bij de bepaling van den inhoud der buizen, geschiedde door middel van den kwikzilverluchtpomp.

Eenige malen gedurende de proefneming werden de buizen gevuld op de door SABINE en DEHMS gevolgde wijze, die de buizen horizontaal plaatsten, er langzaam kwikzilver door lieten loopen en ze behoorlijk gevuld achten, wanneer men, nauwkeurig toeziende, geen luchtbellen opmerkte. Doch op deze manier is het ons, ook wanneer geen luchtbellen te bespeuren waren, nimmer mogen gelukken juiste resultaten te verkrijgen.

De beide kwikbuizen met bakjes werden in een zinken bak geplaatst, die met water gevuld was, dat voortdurend geroerd werd.

Om de kwikbuizen in de geleiding in te lasschen, werden geamalgameerde koperdraden in de bakjes geplaatst: de beide draden in één bakje, wanneer de weerstand van de buis niet in de geleiding moest voorkomen. Hierdoor werd verkregen, dat bij het inlasschen van de buizen, niet tevens een bijkomende weerstand van verbindingsstukken werd ingevoerd. Ten overvloede bleek dit nog daaruit, dat een verplaatsen van een koperdraad in een bakje geen merkbaren invloed had.

IJzerdraden werden niet gebezigd, om de door SIEMENS en anderen waargenomen onregelmatigheden in den weerstand bij overgang van ijzer op kwikzilver.

Aanvankelijk waren geamalgameerde koperen plaatjes ter verbinding in de kwikbakjes geplaatst; doch aanmerkelijk verschil in uitkomsten werd verkregen, wanneer deze plaatjes verplaatst, op nieuw geamalgameerd, of afgeschuurd waren.

Bij het gebruik der draden werden nimmer dergelijke storingen bemerkt. Het bezwaar van de verontreiniging van het kwikzilver door koper werd zooveel mogelijk tegengegaan door de draden alleen, als dit bij de aflezing noodig was, in de bakjes te plaatsen. Ook kon wel aangenomen worden, dat de verontreiniging voornamelijk van invloed moest zijn op het kwikzilver in de bakjes en niet op dat in de buizen.

Al het gebruikte kwikzilver was gedistilleerd in den toestel van WEINHOLD.

Het eerste werden de buizen 8 en 9 genomen. De waarde $\left(\frac{9}{8}\right)$, afgeleid uit de afmetingen der buizen bedraagt 0.7515, of als de weerstand der electroden daarbij in rekening gebracht wordt, 0.7517.

De bepalingen van de verhouding der weerstanden leverde echter eene waarde op, die ruim 1 pCt. te groot was, terwijl de verschillende bepalingen onderling slechts enkele tienduizendste verschilden, zoodat die afwijking aan een constante oorzaak moest toegeschreven worden. 't Waarschijnlijkste was dus, dat bij de lengte-bepaling eene vergissing begaan was, die na afloop der weerstandsbepaling kon worden hersteld. Alzoo wordt overgegaan tot bepaling der verhouding $\left(\frac{7}{8}\right)$, waarvan de berekende

waarde is 1.0168 of met den weerstand der electroden 1.0166. De verhouding door weerstandsbepaling verkregen, week van deze waarde niet meer af, dan enkele tienduizendste deelen, zoodat hier eene gewenschte overeenstemming in beide waarden bestond. Het vermoeden, dat er een fout in de bepaling van de lengte van basis (9) was ingeslopen, werd door deze uitkomst bevestigd.

Doch bij de buizen (6) en (8) werd weer een aanmerkelijk verschil opgemerkt in de berekende en de waargenomen waarde der verhouding. De eerste bedroeg 1.1387 of 1.1386: de tweede 1.1421.

Het scheen dus dat er niet een fout bij de bepaling der afmetingen van de buizen begaan was, doch dat er een storende werking bestond, die zich des te sterker deed gevoelen, naarmate de te bepalen verhouding meer van de eenheid afweek. Bij de verhouding 0.75 bedroeg de afwijking $^{1}/_{100}$; bij 1.016 was ze zeer gering en bij 1.138 nagenoeg $^{1}/_{300}$. Om nu de oorzaak der verschillen na te sporen werd dus een paar buizen gekozen, voor welke de waarde der verhouding van de weerstanden meer van de eenheid afweek: de buizen (4) en (8) voor welke de berekende verhouding 1.4008 of 1.4005 bedraagt.

De weerstand dezer buizen werd nu onder verschillende omstandigheden bepaald: daarbij bleek dat zeer verschillende waarden verkregen werden, indien de stroomsterkte en dus de aflezingen op de schaal der tangentenboussole gewijzigd werd. Zoo vond men:

$I_0=\frac{a+b}{a}i$	$I_1=\frac{a+b+(8)}{a}i$	$I_2=\frac{a+b+(4)}{a}i$	$\frac{(4)}{(8)}$
376	755	907	1.4005
425	854	1028	1.4023
488	981	1182	1.4040
512	1017	1228	1.4068
577	1163	1407	1.4094

Eenvoudigheidshalve zijn de stroomsterkten opgegeven door de aantallen geheele millimeters afwijking op de schaal.

De storende werking deed zich dus bij kleine afwijkingen der tangentenboussole weinig gevoelen, doch nam vrij aanzienlijk toe bij grootere uitwijkingen.

Naar allerlei oorzaken werd nu gezocht, die dit verschijnsel zouden kunnen voortbrengen, als polarisatie, verwarming van draden, electrodynamische werking van deelen der geleiding op de meetinstrumenten, enz.; doch geen dezer was in staat die afwijkingen te verklaren.

Eindelijk kwam men op het denkbeeld, dat de koperen demper, die den magneet van de tangentenboussole omgaf, ijzerhoudend kon zijn en daardoor invloed uitoefenen op de uitwijkingen van den magneet. De demper werd verwijderd en vervangen door een dempende solenoide en nu bleek de weerstandsbepaling uitkomsten te leveren, die onafhankelijk waren van de grootte der stroomsterkte, zoodat in dien demper werkelijk de oorzaak der afwijking heeft gelegen.

Wij hebben opzettelijk eenigszins uitvoerig over deze afwijkingen gesproken, omdat meermalen dit verschijnsel zou kunnen voorkomen, zonder dat de aandacht er zich op vestigen zou: hier, alleen omdat de verhouding der weerstanden reeds door berekening gevonden was, moest deze bron van fout aan 't licht komen. En daar men immer gevaar loopt bij dempers niet volkomen ijzervrij koper te hebben, zal het steeds aan te bevelen zijn, dien bij meetinstrumenten weg te laten en den magneet door eene solenoide op de beschreven wijze in rust te brengen.

Alle tot hiertoe verrichte weerstandsbepalingen werden dus herhaald en de weerstanden van alle buizen op nieuw met die van buis (8) vergeleken.

Daar het wenschelijk gebleken was, dat eene weerstandsbepaling zoo spoedig mogelijk afliep, werden verder telkens *vier* stroomsterkten bepaald in deze volgorde: ingelaschte weerstand 0, daarna elk der buizen achtereenvolgens, en eindelijk weder met ingelaschten weerstand 0. De laatste bepaling diende dan tot contrôle. Daar voor elke stroomsterkte-bepaling drie aflezingen te verrichten zijn, werden dus bij elke weerstandsbepaling 24 schaalaflezingen verricht.

Van elke bepaling deelen wij één volledig voorbeeld mede:

voor elke verhouding van weerstanden, werden 6 dergelijke bepalingen verricht.

In de eerste kolom wordt aangewezen welke weerstand in den zijtak is ingelascht, in de tweede het verschil in aflezing op de schaal links en rechts in millimeters bij de tangentenboussole: in de derde hetzelfde voor den multiplicator en in de vierde de afwijkingen in de tangentenboussole wanneer die in den multiplicator tot een bedrag 10000 herleid zijn, waardoor die aflezingen, vooral de eerste en vierde, onderling vergelijkbaar worden.

	Weerstand.	Afw. Tgt.-boussole.	Afw. Multiplicator.	Herleide afw. Tgt.-boussole.
	(0)	614.2	918.7	6722.1
verhouding $\frac{(4)}{(8)}$	(8)	1101.4	919.0	11984.8
	(4)	1299.7	920.5	14119.5
	(0)	617.4	919.4	6715.3
	(0)	700.5	982.1	7132.7
verhouding $\frac{(6)}{(8)}$	(6)	1301.7	981.6	13261.0
	(8)	1233.0	985.5	12511.4
	(0)	702.5	985.1	7132.5
	(0)	687.6	969.0	7096.0
verhouding $\frac{(7)}{(8)}$	(7)	1211.2	965.3	12547.4
	(8)	1202.6	965.3	12458.3
	(0)	684.2	964.4	7094.6
	(0)	712.8	944.6	7546.1
verhouding $\frac{(2)}{(8)}$	(8)	1242.2	937.3	13252.9
	(2)	1155.4	938.2	12315.0
	(0)	711.8	942.8	7546.0
	(0)	577.0	917.2	6290.9
verhouding $\frac{(9)}{(8)}$	(9)	912.4	927.1	9841.4
	(8)	1001.2	908.1	11025.2
	(0)	580.8	923.1	6292.2
	(0)	548.9	943.0	5820.8
verhouding $\frac{(1)}{(9+8)}$	(1)	1397.4	947.8	14743.6
	(9+8)	1247.7	943.8	13220.0
	(0)	547.8	941.5	5818.2

Deze bepalingen leverden nu, na het aanbrengen der correcties, de volgende uitkomsten op voor de verhoudingen :

	$\frac{(1)}{(9)+(8)}$	$\frac{(2)}{(8)}$	$\frac{(4)}{(8)}$	$\frac{(6)}{(8)}$	$\frac{(7)}{(8)}$	$\frac{(9)}{(8)}$
	1.2020	0.8369	1.3998	1.1380	1.0164	0.7515
	1.2024	0.8367	1.4013	1.1382	1.0163	0.7517
	1.2019	0.8369	1.4005	1.1390	1.0171	0.7510
	1.2013	0.8371	1.4010	1.1382	1.0170	0.7510
	1.2015	0.8365	1.4008	1.1389	1.0171	0.7515
	1.2017	0.8373	1.4004	1.1375	1.0168	0.7515
Gemiddeld	1.2018	0.8369	1.4006	1 1383	1.0167	0.7514
Berekend *a*	1.2022	0.8372	1.4008	1.1383	1.0168	0.7515
Berekend *b*	1.2014	0.8372	1.4005	1.1381	1.0166	0.7517

a zonder correctie voor den weerstand der electroden.
b met 〃 〃 〃 〃 〃 〃

Eindelijk werd nog bepaald de verhouding $\frac{(2)+(4)}{(1)}$. Evenals van de vorige volgt hier eene enkele bepaling :

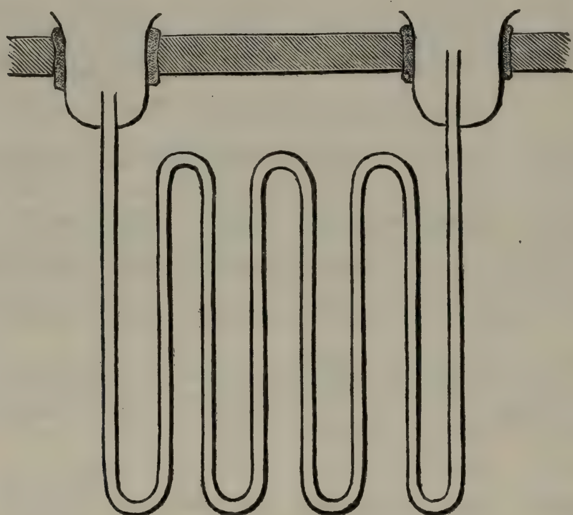
	Weerstand	Afw. Tangtbouss.	Afw. multipl.	Herleide Afw. Tgt.-boussole.
	0	538.4[5]	923.4	5831.2
$\frac{(2)+(4)}{(1)}$	(2) + (4)	1418.0[5]	924.3[5]	15341.4
	(1)	1360.1	921.0	14767.7
	0	536.9	921.1	5828.9

Als uitkomst der verschillende bepalingen werd verkregen:

	1.0629
	1.0625
	1.0626
	1.0623
	1.0629
gemiddeld . .	1.0628

terwijl de berekende verhouding bedroeg 1.0628 of (met weerstand der electroden) 1.0632.

Na afloop dezer bepalingen werd nu overgegaan tot het oorspronkelijke, in den aanvang vermelde doel, namelijk de bepaling van de verandering van den weerstand van kwikzilver bij temperatuursverandering.



Tot dit doel werden twee glazen toestellen vervaardigd van bovenstaanden vorm. Een glazen buis van circa 1 M. lengte werd hiertoe omgebogen en aan de beide uiteinden van glazen bekertjes van ongeveer 3 c.M. middellijn voorzien. De weerstand van deze buis, met kwikzilver gevuld bedroeg nagenoeg $^1/_4$ van eene eenheid van SIEMENS. De vulling geschiedde door langzaam ingieten van kwikzilver, waarna het geheel onder den klok van een luchtpomp geplaatst en de ruimte luchtledig gemaakt werd, waarbij mogelijk aanwezige luchtbellen verdwenen.

Bij de bepaling werd van dit beginsel uitgegaan, dat het beter was de weerstandsverandering zoo nauwkeurig mogelijk bij enkele weinige temperatuursverschillen, die men constant kon houden te bepalen, dan bij een groot aantal minder zekere temperatuursverschillen. Een der buizen werd alzoo in smeltend ijs, de andere in stoom van 100° geplaatst. De toestel-

len waarin de buizen tot verkrijging dezer temperaturen geplaatst waren, hadden groote overeenkomst met die, welke men gebruikt voor het verifieeren der vaste punten van thermometers. Voor het ijs werd een bak gebruikt, waaruit voortdurend het gesmoltene weg kon vloeijen: voor 't kokend water een ketel met dubbelen wand, waartusschen de stoom zich begeven moest, om te kunnen ontwijken. Bij dezen toestel kostte het veel moeite te zorgen, dat de gecondenseerde stoom niet op de kwikzilver oppervlakte in de bekertjes neersloeg: dit werd ten slotte bereikt, door den glazen toestel stoomdicht in 't deksel te bevestigen, zoodat de kwikoppervlakken in de bekertjes naar buiten kwamen, en de stoom door caoutchoukslangen, verbonden aan in de zijwanden aangebrachte buizen, weg te voeren. Waren nu de bekertjes niet geheel in den stoom geplaatst, met de buis zelf was dit wel het geval.

Temperatuursbepalingen waren bij deze inrichting overbodig: alleen werd de barometerstand bepaald; daar deze echter gedurende de waarnemingen zeer weinig van 760 m.M. verschilde, soms enkele millimeters daarboven, dan weer iets daarbeneden was, werd voor de gemiddelde temperatuur van het kwikzilver in den stoom 100° aangenomen.

Vooreerst werd nu de verhouding der weerstanden bepaald, wanneer de buizen dezelfde temperatuur hadden, waartoe zij in een bak met water geplaatst werden, dat de temperatuur van het vertrek aangenomen had. Noemen wij de weerstanden der buizen bij t°. p_t en q_t, dan werd gevonden:

$$\frac{p_t}{q_t} = \left.\begin{matrix} 1.1952 \\ 1.1935 \\ 1.1931 \\ 1.1940 \end{matrix}\right\} = 1.1939.$$

Nu werd een der buizen in ijs, de andere in stoom gebracht en op nieuw de verhouding der weerstanden, alzoo $\frac{p_0}{q_{100}}$ bepaald. Dit leverde echter eenig bezwaar op, waardoor eene verandering noodig werd in de wijze, waarop de verhouding bepaald werd. Want, volgens BOSSCHA's methode moet de weer-

stand van den neventak, waarin de multiplicator geplaatst is, en die in de vroegere formulen b genoemd is, constant blijven gedurende de geheele bepaling. Doch, wanneer de in ijs geplaatste buis ingelascht werd, door de koperdraden in de bekertjes te plaatsen, en daarna de in stoom geplaatste buis op dezelfde wijze ingelascht werd, kon gedurende die beide waarnemingen de weerstand b niet onveranderd blijven, daar de veranderde temperatuur der uiteinden noodzakelijk daarop invloed moest uitoefenen.

Ten einde hierin te voorzien, werd nu de bepaling aldus ingericht: eerst werden de beide koperdraden in één bakje waarin kwikzilver van 0°, geplaatst en aldus $I_0 = \frac{a+b}{a} i$ bepaald: daarna in ieder der bakjes van 0° één draad en daardoor $I_1 = \frac{a+b+p_0}{a} i$ bepaald: eindelijk werd de eerste bepaling herhaald: uit de beide waarden van I_0 het gemiddelde genomen en van I_1 afgetrokken, waardoor $\frac{p_0}{a} i$ gevonden werd. Gedurende deze drie waarnemingen kon men aannemen dat b standvastig gebleven was. Nu werden drie dergelijke bepalingen verricht wanneer de koperdraden zich bevonden in de bakjes met kwikzilver van 100°, waarbij b in b' veranderd was: men heeft dan

$$I'_0 = \frac{a+b'}{a} i \text{ en } I_2 = \frac{a+b'+q_t}{a} i$$

waaruit $\frac{q_t}{a} i$ gevonden wordt. Men is dus hierbij onafhankelijk van de veranderingen van b, en omtrent a mag worden ondersteld dat zij standvastig is gebleven. In deze veranderingen van b moet echter de oorzaak gezocht worden van de mindere nauwkeurigheid dezer weerstandsbepalingen in vergelijking met die bij dezelfde temperatuur verricht.

Het is wellicht niet overbodig hier op te merken, dat eene storende aanwezigheid van thermostroomen hier uitgesloten is, daar de beide contactplaatsen van koper- en kwikzilver steeds dezelfde temperatuur hadden.

Als voorbeeld volgt hier eene volledige waarneming:

Weerstand.	Tgt.-boussole.	Multipl.	Afw. Tgtb. tot 10000 van den Multipl. teruggebr.
0	546.8	969.0	5643.0
p_0	1272.65	970.1	13118.7
0	545.85	967.35	5642.6
0	546.3	970.4	5629.1
q_{100}	1338.2	973.1	13751.9
0	545.45	969.3	5621.1

De waarden $\frac{a+b}{a}i$ en $\frac{a+b'}{a}i$ verschilden dus ongeveer $^1/_{400}$.

De verschillende bepalingen leverden nu de volgende resultaten:

$$\frac{p_0}{q_{100}} = \begin{matrix} 1.0860 \\ 1.0874 \\ 1.0891 \\ 1.0865 \\ 1.0830 \\ 1.0861 \end{matrix} \text{ gemidd. } 1.0864 \qquad \frac{p_{100}}{q_0} = \begin{matrix} 1.3122 \\ 1.3118 \\ 1.3181 \\ 1.3097 \\ 1.3092 \\ 1.3107 \\ 1.3090 \end{matrix} \text{ gem. } 1.3101.$$

Stellen wij nu $p_t = p_0(1 + \alpha t)$, dan is α de gemiddelde weerstandsverandering per graad en vinden wij:

$$\alpha = \frac{1.1939 - 1.0864}{100 \times 1.0864} = 0.000989,$$

$$\alpha = \frac{1.3101 - 1.1939}{100 \times 1.1939} = 0.000974,$$

$$\alpha = \frac{1}{100}\left(\sqrt{\frac{1.3101}{1.0864}} - 1\right) = 0.000981.$$

Deze waarden moeten echter nog eene kleine correctie ondergaan voor de uitzetting van het glas bij de verwarming: is k de lineaire uitzettingscoefficient van glas, dan wordt de weerstand door de uitzetting

$$p_t = p_0 \; (1 + \alpha \, t) \; \frac{(1 + kt)}{(1 + kt)^2} =$$

(omdat k klein is)

$$p_0 \, (1 + (\alpha - k) \, t).$$

Bovenstaande waarden van α moeten dus met $k = 0.000008$ vermeerderd worden en zijn alzoo: 0.000997; 0.000982: 0.000989:

gemiddeld . . . 0.000989.

Deze uitkomst nadert zeer tot die van SIEMENS, die zonder de correctie voor de uitzetting van het glas 0.000985 vindt,

Doch nu moet nog uitgemaakt worden in hoeverre de aanname $P_t = P_0 \, (1 + \alpha t)$ gegrond was en of niet veeleer $P_t = P_0 (1 + \alpha t + \beta t^2)$ moet gesteld worden.

Bij de groote overeenkomst met de uitkomst van SIEMENS bestond eenige reden voor het laatste vermoeden. Want hoewel SIEMENS van zijn eigen waarnemingen verklaart: „diese Werthen zeigen, dass die Curve der Widerstandszunahme bei Quecksilber als gerade Linie anzunehmen ist,” meenen wij uit die waarnemingen juist 't tegendeel te moeten afleiden. Zij kunnen in dezen vorm gebracht worden.

T. (temperatuur)	W_t (weerst. bij t_0)	$\frac{W_t - W_0}{t}$	
0	876.18		
18°.51	890.73	0.786	
28 .59	899.73	0.824	0.817
27 .79	898 69	0.810	
42°.24	911.55	0.837	0.829
41 .14	910.49	0.834	
40 .49	909.23	8.816	
59 .59	926.24	0.832	0.835
57 .14	924.10	0.839	
55 .29	922.40	0.834	
97 .44	960.45	0.856	0.864
97 .14	960.01	0.863	

Daar nu de getallen in de laatste kolom bij toenemende temperatuur eene ondubbelzinnige stijging vertoonen, meenen wij dat SIEMENS ten onrechte de kromme der weerstandsvergrooting als rechte lijn beschouwt.

Om nu de waarde van den coëfficiënt β te bepalen, werd een der buizen weder in ijs geplaatst, doch de andere in een waterbad met gemiddelde temperatuur van ongeveer 57° gebracht: door eene kleine vlam, kon die temperatuur vrij standvastig gehouden worden, terwijl door een paar roerders er voor gezorgd werd, dat de geheele watermassa van gelijke temperatuur was. De temperatuur van het waterbad werd telkens vóór en na de stroomsterkte-bepaling afgelezen. Hierbij werd gevonden:

$$\frac{p_{57.3}}{q_0} = \begin{matrix} 1.2588 \\ 1.2594 \\ 1.2602 \\ 1.2585 \\ 1.2591 \\ 1.2595. \end{matrix} \quad \text{gemidd. } 1.2592.$$

Stellende $p_{57.3} = p_0 (1 + 57.3 (\alpha - k))$ vindt men $\alpha = 0.000963$. Terwijl dus voor de gemiddelde toeneming van den weerstand per graad tusschen 0° en 100° verkregen wordt 0.000989, vindt men voor dit bedrag tusschen 0° en 57.3°, 0.000963, eene uitkomst die zeer weinig van die van SIEMENS afwijkt.

De formule $P_t = P_0 (1 + \alpha t)$ voldoet derhalve niet en de betrekking tusschen weerstand en temperatuur zal voorgesteld moeten worden door eene formule, van den vorm

$$P_t = P_0 (1 + \alpha t + \beta t^2)$$

De waarden van α en β kunnen afgeleid worden uit de vergelijkingen:

$$\frac{P_{57.3} - P_0}{57{,}3.\ P_0} = 0.000963 \quad \text{en} \quad \frac{P_{100} - P_0}{100\ P_0} = 0.000989,$$

waaruit wij vinden:

$$P_t = P_0 (1 + 0.000929.t + 0.0000006\ t^2).$$

Ter contrôle werd nu nog ten slotte de weerstands-vergrooting tusschen 45^{0} en 100^{0} onderzocht: een der spiralen in een waterbad van circa 45^{0}, de andere in stoom geplaatst zijnde.

Voor $\frac{P_t}{Q_t}$ de waarde 1.1939 aannemende, geeft de formule voor $\frac{P_{45.2}}{Q_{100}}$ de waarde 1.1332, terwijl de weerstands-bepaling voor deze verhouding de waarde 1.1328, en dus eene zeer voldoende overeenstemming aanwees.

In den regel zal men bij het gebruik van kwikzilver-weerstanden, deze bij eene gemiddelde temperatuur van circa 15^{0} aanwenden, en dus de correctie voor de temperatuur zich over een veel kleiner temperatuursverschil uitstrekken, dan dat waaruit hier de coëfficiënten α en β zijn afgeleid. Men zal in die gevallen weinig van de juiste waarde verwijderd zijn, indien men voor die correctie per graad 0.00094 aanneemt.

Al de hier vermelde bepalingen zijn verricht in het Physisch Laboratorium der Polytechnische School alhier. Door de welwillendheid van Prof. BOSSCHA was het mij vergund van de localiteit en de hulpmiddelen dier inrichting bij dit onderzoek gebruik te maken. Daarvoor, en voor de in ruime mate ontvangen hulp en raadgevingen, breng ik hem en den heer SNIJDERS, Leeraar in de Natuurkunde aan die School, mijn welgemeenden dank.

Delft, December 1876.

DE

GEOLOGISCHE EN PHYSISCHE GESTELDHEID VAN DEN ZUIDERZEE-BODEM,

IN VERBAND MET DE VOORGENOMEN DROOGMAKING.

DOOR

P. HARTING.

Reeds voor vele jaren trok het herhaaldelijk mijne aandacht dat, waar het diluviale zand den ondergrond uitmaakt, — en, gelijk men weet, is dit in een groot gedeelte van ons vaderland het geval, — het uit dit zand opstijgende water niet zelden de blijken draagt van met zeewater vermengd te zijn.

Het eerst bleek dit aan het water dat in de diepe putten opsteeg, die, in de hoop van goed drinkbaar water te vinden, vóór een 25- à 30tal jaren op verschillende punten der stad Amsterdam geboord zijn. Het zeezoutgehalte in het water nam toe naarmate de put dieper en naar gelang er meer water uit opgepompt werd *). Eenigen tijd daarna vond ik ook zeezout in het water van een tot in het diluviale zand doordringenden put op het eiland Urk †), terwijl bovendien het water in die put rijst en daalt, hetgeen hoogst waarschijnlijk samenhangt met het rijzen en dalen der oppervlakte van het omringende zeewater. Ook bij de zeer diepe (ruim 182 meter) putboring te Gorinchem bleek het uit den bodem der put opwellende water sterk zouthoudend te zijn §), het-

*) Zie mijne verhandeling: *De bodem onder Amsterdam*, Verh. d. 1ste Kl. van het Koninklijk Nederlandsch Instituut 1852, bl. 147.

†) *Het eiland Urk, zijn bodem, voortbrengsels en bewoners*, Utrecht 1853, p. 47 en 52

§) *De bodem onder Gorinchem*, Verh. d. Geologische Commissie, p. 38 (140).

geen des te opmerkelijker is, omdat deze plaats zoo ver binnenslands is gelegen.

Een en ander gaf mij de overtuiging, dat, waar de ons vaderland omringende zee op bloot liggend diluviaal zand rust, het zeewater hierin niet alleen doordringt maar zich ook tot op groote afstanden in horizontale richting daarin naar alle zijden verbreiden kan, zoolang het geen leem- of kleilagen ontmoet, die het tegenhouden, of de toevloed van het als rivierwater of als regen in den bodem dringende water niet groot genoeg is om den aandrang van het zeewater het evenwicht te houden.

Toen nu het eerste ernstige plan tot droogmaking van het zuidelijk gedeelte der Zuiderzee was geopperd en daarbij was voorgesteld het eiland Urk als steunpunt voor den aan te leggen dijk te kiezen, meende ik daarin een groot gevaar te zien. Een groot gedeelte van dat eiland is een zich tot omstreeks 9 meters boven het zeevlak verheffende diluviale leemheuvel, rustende op een diluvialen zandbodem met talrijke gerolde steenen of erratische blokken. Die zandbodem strekt zich, geheel onbedekt, tot op verren afstand rondom het eiland uit. Een tegen het eiland steunende afsluitdijk zoude derhalve voor een zeer aanmerkelijk gedeelte op dien zandbodem rusten. Het aan de noordzijde van dien dijk in den bodem dringende zeewater zoude onder den dijk door filtreerende weder aan de andere zijde opstijgen, en wel des te sneller naar gelang het verschil in drukking tusschen het water aan de noord- en dat aan de zuidzijde grooter werd. Eenige reeds voorlang genomen proeven, waarbij mij de betrekkelijk groote snelheid gebleken was, waarmede water, onder eene zekere drukking staande, zich eenen weg zelfs door zeer fijn zand baant, deden mij zelfs vrezen dat, indien de afsluitdijk in die richting werd aangelegd, het nooit gelukken zoude den daarachter gelegen polder droog te maken.

Men moet wel in het oog houden dat de oorzaak der doordringbaarheid van zand eene geheel andere is dan die van de doordringbaarheid van veen. Veen is als het ware een spons die zeer veel water doorlaat, zoolang zij niet sterk wordt samengeperst. Geschiedt dit echter door er een sterke drukking op uit te oefenen, b. v. door het leggen van een zeer zwaren

dijk, dan kan eene veenmassa eindelijk zoo worden samengeperst, dat zij even ondoordringbaar voor water wordt als b. v. hout. Zoo zullen in een veenachtigen bodem, gelijk b. v. die van den Haarlemmermeerpolder, aanvankelijk talrijke kwellen het werk vertragen, maar al naar gelang de droogmaking vordert en de ringdijk verzwaard wordt, zal het daaronder gelegen veen meer en meer worden samengeperst, tot het eindelijk geen water meer doorlaat.

Met zand is dit een geheel ander geval. Zand laat zich niet samenpersen, omdat het bestaat uit zeer harde, gerolde kwartskorrels die, hoe dicht zij ook tegen elkander aanliggen, altijd kleine opene ruimten tusschen zich overlaten, waardoor een net van capillaire kanaaltjes ontstaat, waarin wel is waar het water eenen zekeren tegenstand ontmoet, maar die, zelfs in het fijnste zand, mits het uit gerolde, min of meer rondachtige of althans bolle oppervlakten aanbiedende korrels bestaat, toch nog altijd ruim genoeg zijn om aan het water eenen betrekkelijk snellen doortocht te verschaffen.

Dat klei en leem een zooveel grooteren weêrstand aan water bieden, hangt geenszins enkel daarvan af dat deze gewoonlijk uit kleinere lichaampjes zijn samengesteld dan het zand. Soms toch ontmoet men klei die, bij mikroskopisch onderzoek, uit tamelijk groote korrels blijkt te bestaan, zoo groot als en soms grooter dan de korrels van fijn zand. En toch is zulke klei altijd merkelijk minder doordringbaar voor water dan zand. De oorzaak hiervan is dat het groote meerendeel der de klei samenstellende lichaampjes uit scherpkantig gruis van andere kristallinische gesteenten, veldspaath, hoornblende, mica enz., bestaat, waarvan de korrels niet hard genoeg zijn om evenals de kwartskorrels, bij de voortbeweging door water, door rolling eenvoudig afgesleten te worden en zoo bolle oppervlakten te verkrijgen. De kleilichaampjes hebben integendeel altijd de gedaante van kleine schilfers, met scherpe hoeken en kanten. Zetten deze zich nu, bij bezinking, in water af, dan voegen zij zich zooveel mogelijk ineen, om de kleinst mogelijke ruimte in te nemen, en zoo kan het niet anders of de openingen tusschen de lichaampjes worden veel kleiner en het geheele kanalenstelsel onregelmatiger en nauwer, terwijl tevens de aaneenkleving der deeltjes onder-

ling grooter wordt, omdat zij voor een deel met platte vlakken tegen elkander aanliggen. Vandaar dat met water doordrongen klei tot een half vloeibaren modder wordt, iets dat bij zand nooit het geval is, waar elk korreltje op zich zelf blijft. Tevens is dit de oorzaak van de meerdere of mindere kneedbaarheid of plasticiteit van klei en van leem.

Natuurlijk neemt de wrijving en daarmede de aan het water geboden weerstand in het algemeen toe met het kleiner worden der korrels, omdat daardoor de gezamentlijke oppervlakte grooter en de tusschenruimten kleiner worden. Dit geldt van klei en leem evenzeer als van zand. Bestaat er bij dit laatste ten dien aanzien veel verschil, van het grofste grind af, waarin de korrels verscheidene centimeters in doorsnede hebben, tot aan het fijnste zand toe, waar de doorsnede der korrels slechts $\frac{1}{20}$ tot $\frac{1}{10}$ millimet. bedraagt, niet minder aanmerkelijk zijn de verschillen welke ten aanzien der grootte van de samenstellende lichaampjes der klei- en leemsoorten optreden. Alleen zijn die verschillen slechts door het mikroskoop waarneembaar, omdat de kleilichaampjes zelve meerendeels te klein zijn, om nog met het bloote oog onderscheiden te worden. Als de grenzen, tusschen welke zich hunne grootte beweegt, kan men $\frac{1}{1000}$ tot $\frac{1}{10}$ millimeter stellen. Somtijds is hun doormeter nog grooter, vooral bij micaschilfers, die echter steeds zeer dun zijn, terwijl er bovendien nog in vele kleisoorten gerolde kwarts — d. i. zandkorreltjes — voorkomen, die in grootte de scherpkantige eigenlijke kleikorrels overtreffen.

Er is bovendien nog eene omstandigheid die invloed uitoefent op de mate van doordringbaarheid der klei, namelijk de plantengroei en de daarmede gepaard gaande humusvorming. In maagdelijke klei, met welken naam men de zoodanige bestempelen kan die uit enkel rotsgruis bestaat, waarin nog geen plantengroei heeft plaats gehad, is in het algemeen de onderlinge samenhang der korrels geringer. Daarentegen ontbreken daarin de vermolmde en verveende plantenoverblijfsels die men in klei vindt, waarin planten geworteld zijn geweest. Is nu de verveening nog niet ver genoeg gevorderd, dan wordt de klei door de aanwezigheid van zulke overblijfsels losser en daardoor

doordringbaarder. Doch de plantengroei heeft bovendien nog een ander uitwerksel, dat zijn invloed in tegenovergestelden zin doet gelden. Door het verweringsproces, dat daarmede in de diepte gepaard gaat, worden namelijk de kleilichaampjes zelve meer en meer aangetast en tot nog kleinere lichaampjes gereduceerd, en dit gaat eindelijk zoover dat er slechts moleculen overblijven, zoo klein dat zij alleen bij sterke vergrooting zichtbaar zijn. Deze moleculen door eene meer doorschijnende bindingsmassa verbonden, stellen in vele kleisoorten datgene daar wat men met den algemeenen naam van „moleculaire massa" kan bestempelen. Waar deze moleculaire massa in groote hoeveelheid ontstaan is en de tusschenruimten tusschen de grootere lichaampjes vult, is ook de klei het dichtst en bij gevolg het minst doordringbaar voor water.

Uit een en ander blijkt dat reeds het mikroskopisch onderzoek het middel aan de hand geeft om met tamelijke zekerheid over den graad van doordringbaarheid van eenen kleibodem te kunnen oordeelen.

Alvorens nu verder te gaan, zal het noodig zijn even een blik te werpen op den tegenwoordigen stand onzer kennis aangaande den aard der gronden die den bodem samenstellen van dat gedeelte der Zuiderzee, hetwelk men wenscht droog te leggen. Door de vroegere boringen, ondernomen onder toezicht van den heer STIELTJES, door de latere, gedaan door de heeren LEEMANS en HAVELAAR, alsmede door het onderzoek der gronden uit een landbouw-scheikundig oogpunt door den heer VAN BEMMELEN, is daaromtrent reeds veel kennis verkregen. Op mijn tot Z.Exc. den Minister van Binnenl. zaken gericht verzoek, ontving ook ik van den heer LEEMANS een groot aantal der bij de boringen verkregen monsters tot mikroskopisch onderzoek.

Kort samengevat zijn de verkregen resultaten de volgende:

Over het geheele zuidelijk gedeelte der Zuiderzee (zie bijgevoegde plaat, fig. 1, voorstellende eene schematische doorsnede van dat gedeelte der Zuiderzee) breidt zich eene kleilaag uit, die zoowel de mineralogische als chemische bestanddeelen bevat, welke haar, eenmaal droog gelegd en van zeezout bevrijd zijnde, geschikt voor den landbouw maken.

Het is mij gebleken dat die kleilaag nog wezenlijk uit twee zeer van elkander verschillende lagen bestaat. De bovenste laag, die zelden dikker dan 1 meter, meestal dunner is, bevat de overblijfselen van zee-organismen: foraminiferen, zee-diatomeën en schelpen van *Cardium*-, *Mactra*-, *Tellina*-soorten enz. De haar samenstellende scherpkantige lichaampjes hebben over het algemeen weinig samenhang. Eene moleculaire bindingsmassa ontbreekt meestal. Blijkbaar is deze kleilaag eerst ontstaan na de vorming der Zuiderzee, hoofzakelijk door bezinksel van het slib aangevoerd door den IJssel.

De daaronder gelegen klei is donkerder van kleur en in zoet water nedergezet. Zij bestaat over het algemeen uit kleinere scherpkantige lichaampjes, met veel moleculaire verbindingsmassa en gehumificeerde plantenoverblijfsels. Ook komt nog op een aantal punten tusschen haar en de bovenste kleilaag eene dunne veenlaag voor. Daarin of in de onderliggende klei worden tallooze schaalklepjes van *Cypris fusca* aangetroffen. Ook eenige schelpjes eener *Valvata*-soort werden gevonden. Het is duidelijk dat deze laag den oorspronkelijken bodem vertegenwoordigt uit den tijd toen hetgeen thans de Zuiderzee is uit met veen overdekte bosch- en moerasgronden bestond, te midden waarvan het meer Flevo gelegen was, dat zonder twijfel ook zoet water bevatte. Het eiland Schokland en het lage gedeelte van Urk (zie Fig. 1 bij *s*) vertegenwoordigen nog in onzen tijd dien vroegeren toestand.

Hoe dik deze laag zoetwaterklei is, laat zich uit de verrichte boringen niet afleiden. Meestal namelijk zijn deze niet dieper dan 2,5 of 2,6 meter onder den zeebodem doorgedrongen, zelden tot 3 meters, eens tot 5 meters, waar men het onderliggend zand bereikte. Daar echter dit punt tamelijk ver noordelijk gelegen is, d. i. nabij den rondom Urk zich uitbreidenden zandbodem, zoo is het zeer wel mogelijk en zelfs waarschijnlijk dat meer zuid- en vooral westwaarts de dikte dier kleilaag merkelijk grooter is.

Dat de diluviale zandbodem, van de oost- en zuidzijde der omringende kust afdalende, zich onder het geheel bekken der Zuiderzee voortzet, op de wijze zooals in fig. 1 is voorgesteld, mag wel als zeker worden aangenomen. Doch op welke diepte

zijne oppervlakte gelegen is, kan onmogelijk met eenige waarschijnlijkheid worden gezegd. Die oppervlakte toch is niet die van een eenvoudig hellend vlak, maar, even als die onzer heidevelden, golvend, d. i. hier hooger, ginds lager ; en dat die hoogteverschillen ook in het onderzeesch diluvium tamelijk groot kunnen zijn, zelfs op korte afstanden, blijkt uit de putboringen te Amsterdam, waar, op het Bikkerseiland, het diluviale zand reeds op de diepte van 37.7 meters onder A.P. bereikt werd, terwijl men het op de Noordermarkt eerst op de diepte van bijna 57 meters aantrof, zoodat op die beide slechts weinig van elkander verwijderde punten het verschil in hoogte bijna 20 meters bedraagt. Zeer waarschijnlijk is het ook zoo in de Zuiderzee, waar het diluviale gedeelte van Urk zich ruim 9 meters boven het zeevlak verheft, terwijl de omringende zandbodem tot ruim 5 meters daaronder afdaalt, alvorens onder de kleilagen te verdwijnen, zoodat tusschen beiden dus een verschil van hoogte van minstens 14 meters bestaat.

Ook is bij de putboring op de Nieuwmarkt gebleken dat het diluvium aldaar, en zoo ook waarschijnlijk onder de Zuiderzee, eene zeer aanzienlijke machtigheid heeft, daar men op eene diepte van 173 meters zijn onderste grens nog niet bereikt had.

Nu is het echter geenszins waarschijnlijk dat de bovengenoemde laag van zoetwaterklei in de Zuiderzee overal rechtstreeks op het diluviale zand rust. Veeleer moet men aannemen dat, althans in de richting van het Eemdal, d. i, van eene kuststrook, die zich uitstrekt van den mond der Eem tot aan Putten, naar Amsterdam en het aangrenzend gedeelte van Noord-Holland, de tot het Eemstelsel behoorende gronden zich tusschen het diluvium en de zoetwaterklei inschuiven *). Deze gronden, die gedeeltelijk uit klei, gedeeltelijk uit grover en fijner zand bestaan, zijn door de toenmalige rivieren medegevoerd en, zooals de daarin voorkomende overblijfselen van schelpdieren bewijzen, in den wijden zeeboezem afgezet die toen den mond der Eem uitmaakte.

Waar dus de genoemde formatiën nog ongestoord aanwezig

*) Verg. *Verslagen en Mededeelingen*, 2de reeks XX 1874, Dl VIII bl. 282 en Dl IX bl 48.

zijn, zal men, bij genoegzaam diepe boring, de volgende terreinen van boven naar beneden aantreffen.

1°. Jongste zeeklei.

2°. Veen.

3°. Zoetwaterklei.

4°. Ouder alluvium (Eemstelsel), betaande uit zeeklei en rivierzand, met schelpen van zeedieren.

5°. Diluvium, grootendeels bestaande uit zand met gerolde steenen, en hier en daar voorkomende banken van harde, vaste leem, gelijkende op die waaruit het hooge gedeelte van Urk is samengesteld.

Van die terreinen kunnen echter 2 en 4 ontbreken: het veen, omdat het, hoewel eenmaal bestaan hebbende, door de zee is weggespoeld, en het oudere alluvium, omdat, toen de deltavorming begon, de zee niet overal diep genoeg was om daarin het uit den toen zeer wijden Eemmond aangevoerde slib en zand te doen bezinken, of wel dat de diluviale zandbodem om andere redenen, evenals nu nog rondom Urk, onbedekt bleef.

Indien men derhalve zich het terrein van het zuiden naar het noorden in doorsnede voorstelt, gelijk in Fig. 1, dan blijft er tusschen de beide als bekend aan te nemen formatiën, namelijk de jongere alluviale formatie *k z v* en de diluviale formatie *d* een gedeelte (*x x*) over, dat onbekend is. Die onbekende ruimte kan aangevuld zijn: hetzij 1°. doordat de laag van zoetwaterklei eene aanmerkelijker dikte heeft, òf 2°. door de oudere tot het Eemstelsel behoorende gronden, òf eindelijk 3°. doordat de diluviale zandbodem zich zoo hoog verheft dat er de dunne reeds bekende laag van zoetwaterklei onmiddellijk op rust. In het laatste ongunstigste geval zoude de zandbedding, die zich van voorbij Urk af onder den bovengrond door tot aan de kust uitstrekt, slechts door een kleilaag van 2 tot hoogstens 3 meters dikte overdekt zijn.

In de thans aangeboden wet is nu wel is waar aangenomen, dat de afsluitdijk niet over Urk, maar, op een afstand ten zuiden van dit eiland, over den kleibodem zal worden aangelegd (Fig. 1 bij D), en het is duidelijk dat hierdoor het gevaar voor het ontstaan van machtige kwellen zeer verminderd wordt, — maar of nu dit gevaar als opgeheven mag worden beschouwd, zoodat

men, op grond van het reeds bekende aangaande den aard van het terrein, veilig tot uitvoering van het beraamde plan kan overgaan, meen ik voor als nog te moeten betwijfelen.

Ook dan toch wanneer de dijk meer zuidwaarts over den kleigrond wordt aangelegd, blijft het water op den ten noorden daarvan gelegen bloot liggenden zandbodem rondom Urk, die vele duizende hectaren omvat, zijne drukking uitoefenen. Zoodra de tegendrukking door het droogmalen van den achter den dijk gelegen polder vermindert, zal het water daarheen trachten te stroomen, zij het ook met merkelijk mindere snelheid dan wanneer het slechts den korteren weg, onmiddellijk onder den dijk door, had af te leggen, gelijk het geval zoude zijn, wanneer de dijk op het Urker zand rustte. Doch welke die snelheid zal zijn, ook bij den merkelijk grooteren thans aangenomen afstand dien het onder de kleilaag door zal moeten afleggen, — welke kracht het dan nog zal bezitten om zich door eene kleibedekking van zekere dikte eenen weg te banen, — ziedaar vragen welke, naar het mij voorkomt, in de allereerste plaats moeten beantwoord worden, alvorens men, met volle vertrouwen van te slagen, tot uitvoering der beraamde plannen kan overgaan.

Daartoe toch is noodig met zekerheid uit te maken dat de kleilaag eene genoegzame dichtheid en dikte en dientengevolge eene voldoende mate van weerstandbiedend vermogen heeft om overal den aandrang van eene waterkolom van bijna 5 meters hoogte te kunnen verdragen, zonder het water door te laten.

Ook mag men niet vergeten dat voor den aanleg van den afsluitdijk, van de boezemdijken enz., veel klei aan het omgevende terrein moet worden ontnomen, en dat, bij het graven van slooten en kanalen, de dikte der kleilaag op die punten groot genoeg behoort te blijven om het water uit den ondergrond voortdurend tegen te houden. Eindelijk mag men uit de diepte waaruit men de klei bij de boring ophaalt nog geenszins besluiten tot de werkelijke dikte die de kleilaag hebben zal, wanneer de bodem droog gelegd zal zijn. De opgeboorde klei verkeert namelijk in den toestand van modder, en deze neemt een merkelijk grooter volumen in dan aan de daarin bevatte klei werkelijk toekomt. Uit beneden aan te voeren bepalingen zal blijken dat dit volumen door zoogenaamde in-

klinking aanmerkelijk verminderen moet, zoodat eene b. v. 3 meters dikke laag uit enkel modder bestaande later wellicht blijken zal eene weinig meer dan 2 meters dikke kleilaag te leveren.

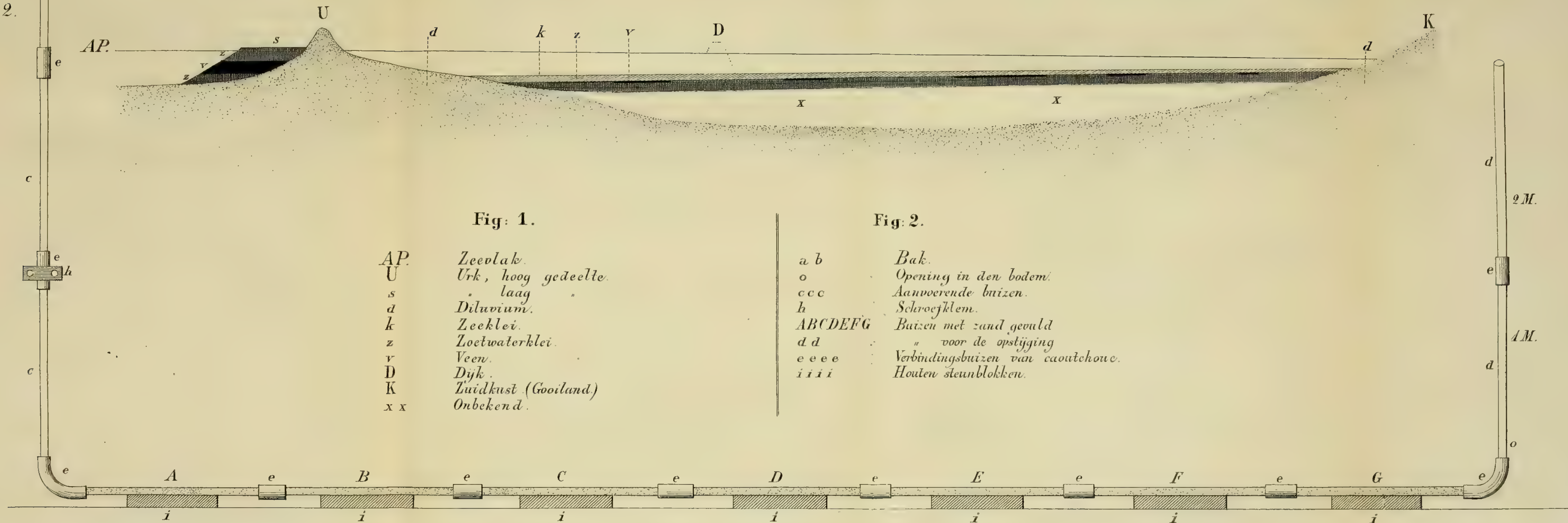
Inderdaad geloof ik dat de tot dusver verworven kennis van het terrein niet voldoende is om het plan, zoo als het in de thans aangeboden wet ontworpen is, als boven alle bedenking verheven te beschouwen. Eensdeels toch ontbreekt nog te veel de kennis van de diepere lagen die onder de tot dusver doorboorde gelegen zijn; anderdeels kan men alleen dan met waarschijnlijkheid oordeelen over de kans van een goeden uitslag der voorgenomen drooglegging, wanneer voorafgaande proefnemingen het bewijs hebben geleverd dat de zandgronden geene zoo groote doordringbaarheid voor het water hebben dat zijne voortbeweging daarin niet te snel is om overal door de overdekkende kleigronden te worden tegengehouden.

Ten einde althans eenigermate in deze leemte onzer kennis te voorzien, heb ik de volgende proeven ondernomen, zoowel ter bepaling van den graad van doordringbaarheid van het diluviale zand dat den ondergrond des Zuiderzeebodems vormt, als van de klei, welke de bovenlaag uitmaakt.

Ik wensch die proeven echter slechts als eene eerste poging beschouwd te zien om tot oplossing van het vraagstuk te geraken. Zij behooren met een beteren toestel herhaald te worden dan de geïmproviseerde inrichting, waarvan ik mij bediend heb en die mij gebleken is in geenen deele aan de eischen van juistheid en nauwkeurigheid te beantwoorden die noodig zijn om op de verkregen uitkomsten betrouwbare berekeningen te gronden, al is die inrichting dan ook volkomen voldoende om bij benadering de mate van snelheid, waarmede zich het water in zandlagen onder zekere hydrostatische drukking voortbeweegt, te doen kennen

Deze toestel bestond (zie fig. 2) uit een aantal glazen buizen, met elkander verbonden door caoutchouc-buizen (*e*). De lengte der gebruikte buizen verschilde van 1m.,53 tot 1m.,56, haar inwendige doormeter van 18 tot 21 millimeter.

Drie dezer buizen (*c c c*) werden onderling tot eene vertikale kolom verbonden, die aan zijn boveneinde in verband was


AP.
a
o
b
e
c
Fig: 2.
Fig: 1.
U
AP.
s
z
v
z
d
k
z
v
D
K
d
x
x
Fig: 1.
AP. Zeevlak.
U Urk, hoog gedeelte.
s " laag "
d Diluvium.
k Zeeklei.
z Zoetwaterklei.
v Veen.
D Dijk.
K Zuidkust (Gooiland)
x x Onbekend.
Fig: 2.
a b Bak.
o Opening in den bodem.
c c c Aanvoerende buizen.
h Schroefklem.
ABCDEFG Buizen met zand gevuld
d d " voor de opstijging
e e e e Verbindingsbuizen van caoutchouc.
i i i i Houten steunblokken.
h
d
2 M.
1 M.
A B C D E F G
i

gebracht met de openingsbuis *o* van een blikken bak *a b*, die een middellijn van 70 centimeter heeft, d. i. ongeveer 35 maal die der buizen. De verhouding der quadraatdoorsneden is derhalve als 1 : 2225, en bij gevolg blijft het water, gedurende het afvloeien door den buizentoestel op een nagenoeg constant niveau A.P., terwijl het verdampte water van tijd werd aangevuld. De opening *o* kan met een caoutchoucprop gesloten worden. Bovendien is een schroefklem *h* aangebracht, waardoor de caoutchoucbuis tusschen de beide onderste glazen buizen naar verkiezing kan worden gesloten en geopend. De geheele hoogte der waterkolom, gerekend van het niveau A.P. in den bak tot aan het nulpunt der schaal aan de stijgbuis *d* bedroeg $4^{m},79$ à $4^{m},80$; zij was derhalve ongeveer gelijk aan de diepte der Zuiderzee boven den noordelijken rand der kleigronden.

De onderste dezer aanvoerbuizen werd desgelijks door een caoutchoucbuis verbonden met de voorste der horizontaal gelegen, met zand gevulde buizen A, B, C, D, E, F, G. Deze caoutchoucbuis, die langer moest zijn dan de overige, werd van een gipsverband voorzien, omdat de ondervinding mij al spoedig leerde dat zij zonder dit geen weerstand kon bieden aan de drukking der waterkolom. Elke zandbuis werd gesteund door een houten blok *i*, hetgeen noodig was, om met gemak de verbindingen daar te stellen en, indien er hier of daar op de grenzen van twee buizen een lek ontstond, dit dadelijk te bespeuren en door steviger omwikkeling van de caoutchoucbuis met touw of, zoo noodig, door aanlegging van een gipsverband, dit te stelpen.

Daar ik geene voldoende hoeveelheid diluviaalzand uit den ondergrond der Zuiderzee zelve kon verkrijgen, gebruikte ik zand dat uit eene zandgraverij bij Barneveld afkomstig was *). Dit zand is fijn en bevat geen grootere korrels dan van

*) Dit zand was niet het bedoelde. Ik had den stationschef van den Oosterspoorweg laten verzoeken voor mij zand te laten medebrengen, daarmede bedoelende: zand ergens uit het diluviale Gooiland, b. v. uit eene zandgraverij bij Hilversum. Eerst later, toen de proeven reeds ver gevorderd waren, vernam ik dat het gebruikte zand uit eene zandgraverij bij Barneveld verkregen was. Het is derhalve geen ongeremanieerd diluviaal zand, gelijk aan dat van den ondergrond der Zuiderzee.

0,57 millim. in doorsnede, terwijl die der kleinste niet meer dan 0,06 millim. bedraagt. De gemiddelde doormeter, uit een twintigtal metingen afgeleid, bedraagt 0,167 mill. d. i. ongeveer $\frac{1}{6}$ millim. Op een vierkanten centimeter gaan derhalve 3600 dezer korrels, wanneer deze dicht aaneen gesloten liggen, en in een kubiek centimeter zijn er 216000 bevat. Op de doorsnede van een glazen buis, die 2 centim. middellijn heeft, gaan derhalve 11304 zulke korrels. Dit geeft eenig denkbeeld van de talrijkheid en de kleinheid der kanaaltjes die tusschen de zandkorrels open blijven en waardoor het water zijn weg moet vinden.

Bij de vulling der buizen met dit zand moest vooral gezorgd worden dat er geene met lucht of water gevulde ruimten overbleven. Daar nu droog zand altijd veel lucht bevat, die later bezwaarlijk weder kan verwijderd worden, zoo moest de vulling met vooraf nat gemaakt zand geschieden en de buis ook vooraf gedeeltelijk met water worden gevuld. Daartoe werd in het eene einde der buis een met water doortrokken stukje spons gestoken, zoodat dit er vast in sloot maar het water gemakkelijk doorliet. Daarop werd om hetzelfde einde der glazen buis een stuk caoutchoucbuis van 10 of 12 centim. lengte gebonden en het open einde daarvan met een glazen stop gesloten. Nu werd de buis met water gevuld en rechtop in een bak geplaatst, bestemd om het overvloeiende water op te vangen. Het natte zand werd dan bij kleine gedeelten in het open einde gebracht en bezonk natuurlijk dadelijk. Dit inbrengen van het zand moest zeer langzaam geschieden, wilde men het ontstaan van opene, alleen met water gevulde holten tusschen de zanddeelen vermijden. Ontstonden deze desniettegenstaande, dan poogde men deze te verwijderen door de buis in schuinsche, horizontale richting heen en weder te bewegen. Het inbrengen van een metaaldraad, om daarlangs het water uit de kleine holten te doen opstijgen, kon hier niet worden aangewend, omdat daardoor, vooral wanneer het inbrengen en op en neder bewegen van zulk een draad meermalen moest herhaald worden, groot gevaar ontstaat dat de glazen buis eindigt met te bersten. Alleen geduld kon de zwarigheid overwinnen. Ook vorderde de vulling van elke der glazen buizen met zand één tot

anderhalf uur tijds. De buis gevuld zijnde werd dan in loodrechte richting gedurende eenige dagen aan zich zelf overgelaten, ten einde de bezinking volkomen te maken, en daarop met een dergelijk vooraf goed nat gemaakt stukje spons gesloten, als aan het andere einde was aangebracht. De zandkolom bevond zich dan besloten tusschen twee sponsjes, die beide een klein eind weegs buiten de buis uitstaken. Het stuk caoutchoucbuis met de stop werd eindelijk verwijderd, en de met zand gevulde buis was nu gereed om aan eene voorafgaande te worden aangevoegd. Ook daarbij was het noodig de aaneensluiting zoo volkomen mogelijk te maken en vooral de lucht buiten te sluiten. Daarom werd eerst een stuk caoutchoucbuis stevig gebonden rondom het uiteinde van de zich reeds op hare plaats bevindende glazen buis. Deze caoutchoucbuis werd dan met haar open einde bovenwaarts omgebogen en met water gevuld. Nu werd de aantevoegen buis daarin gestoken totdat de naar buiten uitspuilende sponsjes van beide buizen tegen elkander drukten en zoo een gesloten geheel was ontstaan.

Men ziet, het in elkander zetten van den gebruikten toestel vorderde vrij wat tijd en zorg. Desniettegenstaande zijn er, gelijk men zien zal, in de uitkomsten onregelmatigheden overgebleven, die blijkbaar aan de gebrekkige inrichting van den toestel moeten worden toegeschreven. Mocht men er toe overgaan eenen toestel te laten vervaardigen, die bepaaldelijk voor het doen van dergelijke proeven bestemd is, dan zouden metalen buizen van grootere wijdte, b.v. 6 tot 8 centimeters, voorzeker de voorkeur verdienen. De binnenvlakte dezer buizen zoude met eene dunne zandlaag kunnen worden bekleed, door haar eerst te bestrijken met eene metaalverw en daarover in den nog ongedroogden toestand fijn zand te schudden. De sponsjes zouden dan kunnen vervangen worden door roostertjes van fijn metaalgaas, en de aaneensluiting zoude kunnen geschieden door de uiteinden der buizen van uitpuilende randen met platte oppervlakten, die bedekt worden met caoutchoucringen, te voorzien en die uitspuilende randen door klemschroeven tegen elkander aan te drukken.

Ook dan zoude echter de aaneenvoeging der buizen onder water behooren te geschieden, ten einde de lucht buiten te sluiten. Een houten bak van genoegzame lengte om de reeks van

buizen, gedragen door een daarvoor geschikt onderstel, te bevatten, zoude daaraan voldoen. Heeft de aaneensluiting plaats gehad, dan kan het water weder verwijderd worden, om gelegenheid te geven de lekken te zien, die misschien hier of daar ontstaan *).

Zulk eene inrichting zoude voorzeker niet alleen gemakkelijker in elkander te zetten zijn, maar bovendien zekerder en nauwkeuriger resultaten geven dan de geimproviseerde toestel waarvan ik mij bediend heb, waaromtrent mij nog alleen overblijft te zeggen, dat de aan het einde der reeks van met zand gevulde buizen aangebrachte, nog uit twee boven elkander geplaatste buizen (*d d*) bestaande stijgbuis vastgebonden was aan een op een stevig voetstuk rustenden standaard, waaraan een in centimeters verdeelde schaal was gehecht. Dit gedeelte van den toestel is niet in de figuur afgebeeld.

Bij het doen der proef werd telkens gewacht totdat het opstijgende water het nulpunt der schaal had bereikt, waar, gelijk gezegd is, de hoogte der drukkende waterkolom 4,8 meter bedroeg. Van daar af verminderde de drukking natuurlijk met de toenemende hoogte van het opstijgende water. De snelheid der opstijging nam dan ook allengs af, gelijk in de volgende tafel duidelijk te zien is. Ik moet echter daaromtrent nog doen opmerken dat, de bovenste van de beiden stijgbuizen nauwer (18 millim. in doorsnede) dan de onderste (20 millim.) zijnde, er op het punt waar de buizen met elkander verbonden zijn, d. i. op 134 centimeters boven het nulpunt der schaal, steeds een schijnbare versnelling waarneembaar was, die echter alleen het gevolg is van de omstandigheid dat hetzelfde volumen water in de nauwere buis eene grootere hoogte moest aannemen.

Bij het doen der waarnemingen werd aanvankelijk elk kwartier, vervolgens om het halfuur, de hoogte der waterkolom afgelezen. Alleen na de aanvoeging der zevende zandbuis, toen de geheele lengte der zandkolom 10,605 meters bedroeg en de opstijging merkelijk langzamer plaats had, werden langere tijdsruimten voldoende geacht.

De aldus verkregen uitkomsten zijn bevat in de volgende tafel.

---

*) Het zoude ook niet moeilijk zijn eenen dergelijken toestel zelfregistreerend te maken, hetgeen de waarnemingen zeer zoude vereenvoudigen, terwijl dan bovendien de toestel des nachts niet zoude behoeven te worden gesloten.

LENGTE DER ZANDKOLOM

IN METERS.

HOOGTE DER WATERKOLOM IN DE STIJGBUIS

IN CENTIMETERS.

Tijd in minuten.	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.
	1,52	3,03	4,55	6,08	7,59 5	9,09 5	10,605
15	9	7	5	4	3,5	2,25	2
30	18,5	12,5	10	8	6,5	4,5	4
45	28	18,5	15	11,75	9,5	6,5	6
60	38	23	20	15	12,5	8,5	7,75
90	56	34	30	22,5	18,25	13	12
120	72	45	40	29,5	24	17	15,75
150	88	55	48	37	30	21,5	19
180	104	65	55,5	44	36	26	
210	118	76	67	51	42	30	27,5
240	130	85,5	75,5	58	47,5	34	
270	139	94,5	84	65	53,5	38,25	35
300	144	103,5	92	72	59	41,5	
330	159	111	98,5	78	65	47	42,5
360	169	119	105,5	84,5	70,5	51	
390	175,5	125	111	90,5	75,5	55,5	
420		131,5	119,5	96,5	80,5	59,5	
450		147,5	125	101,5	85,5	63	59
480		154	131	107	90,5	67	
510		164	137	112	94,5	71,25	66,5
540		173	144	117	100	75,5	
570		181	152	122	105	79	74
600		189	157	127	109,5	83	
630		197	166,5	131		86,75	80
660		204	173,5			90,5	
690		211,5	180			94	86
720		218	187			97	
750		224	193			100,5	92,5
780		231	199,5			103,75	
810		238	205,5			106,75	98,25
840		244	211			109,75	
870		249	216,5			112,5	104,5
900		255	221				107,25
910			226				
940			231				

Behalve deze na regelmatige tijden terugkeerende waarnemingen werd ook aanteekening gehouden van het oogenblik waarop het water in de stijgbuis juist 1 meter hoogte had bereikt. Men vindt deze aanteekeningen in het volgende tafeltje, waarin ook behalve de lengte der zandkolom haar dikte in de verschillende elkander opvolgende buizen is aangegeven.

	Zandkolom. Lengte.		Gemiddelde dikte in elke buis.		Water in de stijgbuis op 1 meter na verloop van	
A	1,52	meter.	19	milimeter.	172	minuten.
B	3,03	〃	17,5	〃	288	〃
C	4,55	〃	21	〃	337	〃
D	6,08	〃	20,5	〃	431	〃
E	7,595	〃	20,5	〃	540	〃
F	9,095	〃	18,5	〃	745	〃
G	10,605	〃	18,4	〃	822	〃

Wanneer men de cijfers in de laatste kolom, welke in omgekeerde verhouding de snelheden aanduiden, die het doorstroomende water, aan het einde van elke buis, bezat, vergelijkt, dan is reeds een oppervlakkige blik voldoende om te zien, dat, in weerwil dat de afzonderlijke zandkolommen slechts weinig onderling in lengte verschillen, er toch geen zeer regelmatige opklimming daarin waarneembaar is. Een der oorzaken daarvan is zonder twijfel gelegen in de omstandigheid dat de gebruikte buizen niet alle gelijk van wijdte waren. Eene onderlinge vergelijking vordert derhalve eene reductie der verschillende buizen tot de wijdte en lengte der eerste buis A.

Mijn vriend en ambtgenoot, ons medelid Professor GRINWIS, had de goedheid zich op mijn verzoek met die correctie te belasten, en zoo is het volgende tafeltje ontstaan.

	1 $2r$	2 l	3 δl	4 t	5 v	6 (v)	7 δv
A	19	152	152	172	100	100	—
B	17,5	303	151	288	59,7	65,1	34,9
C	21	455	152	337	50,0	49,5	15,6
D	20,5	608	153	431	39,9	38,3	11,2
E	20,5	759,5	151,5	540	31,8	29,8	8,4
F	18,5	909,5	150	745	23,0	22,0	7,8
G	18,4	1060,5	151	822	20,9	19,8	2,2

Daarin beteekenen :

A, B, C enz de achtereenvolgens samengevoegde, in de glazen buizen bevatte zandkolommen;

$2r$ de middellijn der buizen in millimeters;

l lengte der zandkolom in centimeters;

δl lengten der achtereenvolgende zandkolommen ;

t tijd in minuten;

v snelheid aan het einde der buis, die voor buis A 100 genomen ;

(v) gereduceerde snelheid voor gelijke middellijn en gelijke lengte, buis A als eenheid genomen;

$\delta(v)$ verschil der snelheden van de eene buis tot de volgende.

Ook na deze correctie blijft echter nog eene groote onregelmatigheid bestaan, gelijk bij beschouwing der laatste kolom (7) blijkt.

Welke de oorzaken daarvan zijn, is moeilijk te beslissen. Trouwens met een op de beschreven wijze in elkander gezetten toestel is geen zeer groote nauwkeurigheid der verrichte bepalingen te verwachten. Reeds de caoutchouc-verbanden, die door den aandrang van den waterstroom worden uitgezet en later weder samenkrimpen, zijn bronnen van onnauwkeurigheid. Bovendien is het zeer wel mogelijk dat, in weerwil van alle aangewende zorg, het zand in de verschillende buizen niet even gelijkmatig is samengepakt geweest, al kon men daarvan ook bij den aanvang der proef niets bespeuren. Het doorstroomend water kan bovendien de betrekkelijke ligging der zandkorreltjes eenigszins wijzigen. Ik vermoed dit laatste des te eer, omdat, toen de proef geeindigd en de toestel afgebroken was, ik in de beide eerste buizen, waardoor het water gedurende ruim drie weken dagelijks gestroomd had, kleine met water gevulde ruimten hier en daar tusschen het zand ontdekte, die, bij het begin der proef daarin niet aanwezig waren.

Ik vermeld dit hier opzettelijk, opdat, wanneer later met een verbeterden toestel dergelijke proeven mochten herhaald worden, men hierop bedacht zij en zich niet vergenoege met de buizen met nat zand te vullen en dan eenige dagen te laten staan, maar door elke zandbuis in opgerichte stelling een tijdlang water late stroomen om aan de zandkorrels gelegenheid te geven door

beweging de kleinste ruimte in te nemen, alvorens de snelheid der doorstrooming te meten.

Doch al mogen de verkregen uitkomsten dan ook geenszins op groote nauwkeurigheid aanspraak maken, zoo zijn zij toch voldoende om bij benadering eenige voorstelling te geven van de mate der snelheid waarmede zich het water, gedreven door hydrostatische drukking, door eene zandbedding verplaatst. Zelfs zoude men daaruit met eenige waarschijnlijkheid kunnen afleiden welken graad van snelheid het water nog zal behouden op eenen veel grooteren afstand van de plaats waar de drukking van het water haren drijvenden invloed uitoefent.

Uit het tafeltje blijkt dat toen de zandkolom ongeveer 7 maal langer dan bij de eerste proef was, de snelheid van den waterstroom ongeveer tot $\frac{1}{5}$ verminderd was. Onderstellen wij nu dat die vermindering voor grootere afstanden gelijken tred houdt, dan zal, wanneer de zandkolom of, hetgeen het zelfde is, eene door eene ondoordringbare laag overdekte zandbedding, eene lengte heeft van $7 \times 10{,}6 = 74{,}2$ meters, het water dat onder genoemde drukking in den zandbodem dringt, aan het einde nog eene snelheid hebben die het binnen eene besloten ruimte in 5×822 minuten $= 68{,}5$ uren of 2 dagen en 20 uren, tot 1 meter hoogte zal doen opstijgen. Op een afstand van 519 meters zullen daartoe 343 uren of iets meer dan 15 dagen gevorderd worden, enz.

Natuurlijk geef ik deze cijfers geenszins als betrouwbaar en als dadelijk van toepassing op den bodem der Zuiderzee. De werkelijke snelheid, waarmede zich het water in de diluviale zandlaag vermag te verplaatsen, kan bij nauwkeurig onderzoek blijken geringer maar wellicht ook grooter te zijn. Die snelheid hangt namelijk zeer van den aard van het zand af, dat ook in het diluvium dan eens fijner en dan eens grover is, terwijl ook de grootere en kleinere erratische blokken die, evenals rondom Urk, ook wel elders in het zand verstrooid zullen liggen, daarop invloed moeten uitoefenen.

In elk geval zal het aangevoerde voldoende zijn, om te doen zien dat de vermoedelijke snelheid, waarmede zich het water in den zandbodem verplaatst en daarboven tracht op te stijgen, te groot is om veronachtzaamd te worden.

Doch volgens het thans beraamde plan zoude het uit het zand opstijgende water overal tegen de kleilaag stuiten. Is deze in staat het water tegen te houden? Alleen onderzoek kan ook hierop wederom een antwoord geven.

Gelukkig had ik van den heer LEEMANS een genoegzaam aantal monsters klei uit de Zuiderzee ontvangen om door eenige daarvan te vereenigen, in dergelijke glazen buizen, als voor de zandproeven gebruikt zijn, klei-kolommen te brengen. Deze konden bovendien, uit hoofde van de veel geringere doordringbaarheid van klei in het algemeen, korter of, in dit geval, minder hoog zijn. Daar het namelijk niet te doen was om de snelheid te bepalen waarmede het water in horizontale richting door klei stroomt, maar alleen om na te gaan welken weerstand de klei aan opstijgend of daarop drukkend water in vertikale richting biedt, zoo werd de klei bevattende buis in vertikale richting met den toestel verbonden en diende het ledig gebleven bovenste gedeelte der buis tevens als maatbuis. Overigens werd ook hier de buis van onderen met een sponsprop afgesloten. Het inbrengen der klei geschiedde op dezelfde wijze als van het zand gezegd is (bl. 311). Eerst nadat de buis met de natte klei daarin eenige dagen gestaan had, werd zij in gebruik genomen. Het bleek echter dat ook dan de klei nog geenszins, d. i. door enkel bezinking, in den staat van grootste dichtheid was gekomen, maar dat eene gedurende verscheidene dagen voortgezette doorstrooming noodig was, om haar dien te doen bereiken.

Aanvankelijk meende ik dat de onderste afsluiting door een sponsprop voldoende zoude zijn. Maar het bleek mij al spoedig dat, zelfs nadat het water eerst eene zandkolom van ruim 9 meters lengte had doorstroomd, dit niet door de kleikolom, zelfs al had deze slechts eene hoogte van 15,5 centim., heenging, maar deze eenvoudig als ware zij een zuiger naar omhoog perste. Een sponsprop stevig in de buis tot op de bovenvlakte der kleikolom gewrongen baatte niet. Zij werd mede opgedreven. Eerst toen een sterk ijzerdraad, dat van onder met een daaraan omgebogen lis op de spons drukte en van boven tegen een bevestigd houten blok stuitte, was aangebracht, bleef de kleikolom op haren plaats.

Achtereenvolgens werden drie kleikolommen van onderscheiden

beweging de kleinste ruimte in te nemen, alvorens de snelheid der doorstrooming te meten.

Doch al mogen de verkregen uitkomsten dan ook geenszins op groote nauwkeurigheid aanspraak maken, zoo zijn zij toch voldoende om bij benadering eenige voorstelling te geven van de mate der snelheid waarmede zich het water, gedreven door hydrostatische drukking, door eene zandbedding verplaatst. Zelfs zoude men daaruit met eenige waarschijnlijkheid kunnen afleiden welken graad van snelheid het water nog zal behouden op eenen veel grooteren afstand van de plaats waar de drukking van het water haren drijvenden invloed uitoefent.

Uit het tafeltje blijkt dat toen de zandkolom ongeveer 7 maal langer dan bij de eerste proef was, de snelheid van den waterstroom ongeveer tot $\frac{1}{5}$ verminderd was. Onderstellen wij nu dat die vermindering voor grootere afstanden gelijken tred houdt, dan zal, wanneer de zandkolom of, hetgeen het zelfde is, eene door eene ondoordringbare laag overdekte zandbedding, eene lengte heeft van $7 \times 10{,}6 = 74{,}2$ meters, het water dat onder genoemde drukking in den zandbodem dringt, aan het einde nog eene snelheid hebben die het binnen eene besloten ruimte in 5×822 minuten $= 68{,}5$ uren of 2 dagen en 20 uren, tot 1 meter hoogte zal doen opstijgen. Op een afstand van 519 meters zullen daartoe 343 uren of iets meer dan 15 dagen gevorderd worden, enz.

Natuurlijk geef ik deze cijfers geenszins als betrouwbaar en als dadelijk van toepassing op den bodem der Zuiderzee. De werkelijke snelheid, waarmede zich het water in de diluviale zandlaag vermag te verplaatsen, kan bij nauwkeurig onderzoek blijken geringer maar wellicht ook grooter te zijn. Die snelheid hangt namelijk zeer van den aard van het zand af, dat ook in het diluvium dan eens fijner en dan eens grover is, terwijl ook de grootere en kleinere erratische blokken die, evenals rondom Urk, ook wel elders in het zand verstrooid zullen liggen, daarop invloed moeten uitoefenen.

In elk geval zal het aangevoerde voldoende zijn, om te doen zien dat de vermoedelijke snelheid, waarmede zich het water in den zandbodem verplaatst en daarboven tracht op te stijgen, te groot is om veronachtzaamd te worden.

Doch volgens het thans beraamde plan zoude het uit het zand opstijgende water overal tegen de kleilaag stuiten. Is deze in staat het water tegen te houden? Alleen onderzoek kan ook hierop wederom een antwoord geven.

Gelukkig had ik van den heer LEEMANS een genoegzaam aantal monsters klei uit de Zuiderzee ontvangen om door eenige daarvan te vereenigen, in dergelijke glazen buizen, als voor de zandproeven gebruikt zijn, klei-kolommen te brengen. Deze konden bovendien, uit hoofde van de veel geringere doordringbaarheid van klei in het algemeen, korter of, in dit geval, minder hoog zijn. Daar het namelijk niet te doen was om de snelheid te bepalen waarmede het water in horizontale richting door klei stroomt, maar alleen om na te gaan welken weerstand de klei aan opstijgend of daarop drukkend water in vertikale richting biedt, zoo werd de klei bevattende buis in vertikale richting met den toestel verbonden en diende het ledig gebleven bovenste gedeelte der buis tevens als maatbuis. Overigens werd ook hier de buis van onderen met een sponsprop afgesloten. Het inbrengen der klei geschiedde op dezelfde wijze als van het zand gezegd is (bl. 311). Eerst nadat de buis met de natte klei daarin eenige dagen gestaan had, werd zij in gebruik genomen. Het bleek echter dat ook dan de klei nog geenszins, d. i. door enkel bezinking, in den staat van grootste dichtheid was gekomen, maar dat eene gedurende verscheidene dagen voortgezette doorstrooming noodig was, om haar dien te doen bereiken.

Aanvankelijk meende ik dat de onderste afsluiting door een sponsprop voldoende zoude zijn. Maar het bleek mij al spoedig dat, zelfs nadat het water eerst eene zandkolom van ruim 9 meters lengte had doorstroomd, dit niet door de kleikolom, zelfs al had deze slechts eene hoogte van 15,5 centim., heenging, maar deze eenvoudig als ware zij een zuiger naar omhoog perste. Een sponsprop stevig in de buis tot op de bovenvlakte der kleikolom gewrongen baatte niet. Zij werd mede opgedreven. Eerst toen een sterk ijzerdraad, dat van onder met een daaraan omgebogen lis op de spons drukte en van boven tegen een bevestigd houten blok stuitte, was aangebracht, bleef de kleikolom op haren plaats.

Achtereenvolgens werden drie kleikolommen van onderscheiden

lengte beproefd Zij werden samengesteld uit verschillende monsters der ontvangen klei, en de uitkomsten zijn derhalve niet geheel vergelijkbaar.

De eerste der kleikolommen was niet meer dan 15,5 centim. hoog en 20 millim. breed. De buis, waarin zij bevat was, werd door een caoutchouc- en gipsverband verbonden met de onderste der aanvoerbuizen *c*, zoodat de ondervlakte der klei aan de volle drukking der 5 meters hooge waterkolom was blootgesteld. Verminderd met de hoogte der kleikolom en van het daarboven staand water, bedroeg deze ongeveer 4,8 meters.

Het water steeg boven de kleikolom in den tijd van 7 uren tot 46 millim. d. i. 6,6 millim. per uur.

Gelijk uit de tafel op bl. 314 blijkt, steeg het water, dat door de eerste zandkolom (A) was gegaan, in het eerste uur 38 centim., in het tweede 34 centim., in het derde 32 centim., enz. Alleen het eerste cijfer, toen de op het zand drukkende waterkolom nagenoeg gelijke hoogte had als die welke het water door de klei dreef, is vergelijkbaar. De snelheid van doorstrooming door de genoemde kleikolom staat derhalve tot die door de nagenoeg 10 maal langere zandkolom als 1 : 58.

Dezelfde kleikolom achter de zandbuis F gevoegd gaf eene stijging van 66 millim. in 19 uren, d. i. 3,4 millim. per uur. De waterstroom, die hier eerst door een zandkolom van 9,09 meters lengte gegaan was en daarbij (zie het tafeltje op bl. 315) 87 proc. der snelheid, die hij aan het einde der eerste buis bezat, verloren had, had nog kracht genoeg om het water door de klei met eene slechts tot op de helft verminderde snelheid op te drijven.

Eene 2de kleikolom, verkregen door vermenging van eenige andere stalen, had eene hoogte van 46 centim. en eenen doormeter van 2,1 centim. Na reeds gedurende verscheidene dagen bezonken te zijn onder de drukking eener waterkolom van geringe hoogte, werd de buis, die haar bevatte, met de onderste aanvoerbuis van den toestel verbonden, zoodat de ondervlakte der klei aan de drukking van eene waterkolom van 5 meters was blootgesteld. Vermindert men deze hoogte met die van de kleikolom en van het daarboven opgestegen water, dan blijft eene werkelijke drukking van ongeveer 4,5 meter over.

Deze proef, die gedurende een genoegzaam langen tijd is voortgezet, is inzonderheid geschikt om te doen zien hoe de klei, onder den invloed van doorstroomend water, niet dan zeer langzaam haar maximum van dichtheid bereikt, gelijk uit het volgende tafeftje blijkt:

		Stijging van het water.
1ste	24 uren.	80 millim.
2de	〃 〃	58 〃
3de	〃 〃	30 〃
4de	〃 〃	27 〃
5de	〃 〃	24 〃
6de	〃 〃	21 〃
7de	〃 〃	19 〃
8ste	〃 〃	17,5 〃
9de	〃 〃	17 〃
10de	〃 〃	16,5 〃
11de	〃 〃	16,5 〃
12de	〃 〃	16,5 〃
13de	〃 〃	16,5 〃
14de	〃 〃	16,5 〃

Eerst op den 10den dag, na in den toestel geplaatst te zijn, was hier het minimum van het in een etmaal door de klei doorzijgend water bereikt, en dat minimum bleef van dien tijd af onveranderd. Daar men het er nu voor houden mag, dat de klei van de Zuiderzee, — althans wat haar onderste gedeelte betreft, dat nooit door den golfslag omgewoeld wordt, — blijvend in dien toestand van grootste dichtheid verkeert, zoo zal men, bij later te nemen proeven, er altijd op bedacht moeten zijn om eerst dan de hoeveelheid van het doorzijgend water als de werkelijke maat van de doordringbaarheid der onderzochte klei te beschouwen, wanneer die hoeveelheid in een bepaald tijdsbestek eene constante geworden is.

Eindelijk werd ook nog eene proef genomen met eene 3de kleikolom van merkelijk grootere hoogte, namelijk $1^m,07$, en 20 millim. in doorsnede Ook tot samenstelling van deze kolom waren een aantal der ontvangen monsters bijeengevoegd. Na eerst gedurende drie dagen gerust te hebben, om de bezinking volkomen te doen plaats grijpen, werd aan de buis, waarin de

klei bevat was, eene tweede, even wijde glazen buis door een caoutchouc-verband bevestigd, en daarin water gegoten tot op 1^m,855 boven de bovenste kleioppervlakte. Het niveau der waterkolom werd dagelijks hersteld door er water bij te gieten tot aan een vast merk, zoodat de drukking derhalve ongeveer gelijk bleef. De daling der waterkolom bedroeg gedurende de

1ste	24 uren	. . . . .	143 millim.
2^{de}	〃 〃	. . . . .	124 〃
3^{de}	〃 〃	. . . . .	105 〃
4^{de}	〃 〃	. . . . .	93 〃
5^{de}	〃 〃	. . . . .	74 〃
6^{de}	〃 〃	. . . . .	72 〃

Nu werd de buis, op gelijke wijs als de beide vorige, aan den toestel verbonden, zoodat van nu af het water in tegengestelde richting, d. i. van onderen naar boven, door de klei heenging. Aan de ondervlakte der kleikolom bedroeg de drukking wederom 5^m water. Hiervan de hoogte der kolom en die van het daarop staande water afgetrokken zijnde, blijft eene werkelijke drukking van omstreeks 3,8 meters water over, derhalve ruim het dubbele der hoogte van de eerste waterkolom. Ook kan het niet verwonderen dat, in stede van voort te gaan met te verminderen, de hoeveelheid van het doorgetogen water aanvankelijk iets toenam, gelijk uit de volgende aanteekeningen blijkt:

7de 24 uren.	75 millim.	16de 24 uren.	37 millim.
8ste 〃 〃	64 〃	17de 〃 〃	35 〃
9de 〃 〃	58 〃	18de 〃 〃	32 〃
10de 〃 〃	55 〃	19de 〃 〃	30 〃
11de 〃 〃	54,5 〃	20ste 〃 〃	27 〃
12de 〃 〃	50,5 〃	21ste 〃 〃	26 〃
13de 〃 〃	47 〃	22ste 〃 〃	25 〃
14de 〃 〃	43 〃	23ste 〃 〃	25 〃
15de 〃 〃	40 〃		

In dat geval werd derhalve het maximum van dichtheid der klei eerst bereikt, nadat de doorstrooming van water drie weken geduurd had.

Vergelijkt men deze uitkomsten met die, welke verkregen zijn met de 2de kleikolom, waarvan de hoogte tot die der 3de staat

als 1: 2,33 *), dan schijnt er een niet onbelangrijk verschil te bestaan in den graad van doordringbaarheid der klei, welke afkomstig is van onderscheidene punten des Zuiderzee-bodems.

Hoe onvolledig en gebrekkig nu deze onderzoekingen nog zijn, zoo leiden de gevonden resultaten er toch niet toe om met zekerheid aan te nemen dat de kleilaag, tenzij deze een merkelijk grootere dikte heeft dan de tot dusver door de boringen gevondene, in staat zal zijn aan de drukking van het daartegen van onderen aandringende water voldoenden weerstand te bieden.

Uit de memorie van toelichting bij het ingediende wetsontwerp blijkt, dat men zich voorstelt den achter den afsluitdijk gelegen polder in 8 jaren d. i. 2924 dagen droog te maken. Neemt men nu voor de gemiddelde diepte van dit gedeelte der Zuiderzee 4,5 meters aan, dan wordt dagelijks (regen en verdamping buiten rekening gelaten) het niveau van het water met slechts 1,5 millim. verlaagd. Reeds het doordringen van eene betrekkelijk uiterst geringe hoeveelheid water door de klei zoude derhalve voldoende zijn om de droogmaking zeer te vertragen, zoo niet onmogelijk te maken.

Nu spreekt het wel is waar van zelf, dat de ondervlakte der klei nergens, gelijk in den toestel het geval was, aan de rechtstreeksche drukking van een kolom van 5 meters water zal zijn blootgesteld, daar het water altijd eerst eenen zekeren weg door het zand moet hebben afgelegd en bijgevolg zijne snelheid in verhouding tot de lengte van den weg zal verminderd zijn, maar in welke mate? Ziedaar iets wat onbekend is en nader onderzoek vordert.

Bovendien is er nog eene andere omstandigheid, die hierbij moet worden in het oog gehouden. De kleilaag is geen vast lichaam, maar zij verkeert in den toestand van modder, zij is

*) Het zoude echter kunnen zijn dat dit verschil in hoogte der beide kleikolommen hier geen invloed uitoefent en derhalve bij de vergelijking niet in aanmerking mag komen. Bij het onderzoek van verschillende in den bodem van Amsterdam bevatte kleisoorten (zie mijne aangehaalde Verhandeling bl 26, 56, 75, 83) is mij namelijk gebleken dat er in het weerstand biedend vermogen van kleilagen bij toenemende dikte aan het doordringen van water, eene grens bestaat, wier overschrijding met geene verdere vermindering der doordringbaarheid gepaard gaat. Bij herhaling der proeven zal men hierop bedacht moeten zijn.

derhalve bewegelijk. Boven (bl. 318) deelde ik mede hoe de tot onderzoek gebruikte kleikolom in de glazen buis naar boven werd gedreven door het aandringende water. In eene glazen buis nu kan zulks geschieden, zonder dat de samenhang van den kleimodder verbroken wordt. Maar anders zal dit zijn in de Zuiderzee, waar de modder niet binnen vaste wanden besloten is. Het van onderen daartegen aandringende water zal zich een weg zoeken te banen door de half vloeibare massa, totdat het eindelijk er boven uitkomt en als het ware een modder-vulkaantje doet ontstaan, uit welks opening zich het slijkerige water over de bovenvlakte der kleilaag verbreidt. Natuurlijk zal men daarvan in het begin der droogmaking weinig of geen last hebben, omdat dan het water in den polder nog de drukking van het buitenwater neutraliseert. Maar wanneer de droogmaking haar einde nadert, dan zouden die modder-vulkaantjes misschien de drooglegging zeer kunnen vertragen. Alleen dan zoude men zich daartegen volkomen beveiligd mogen achten, wanneer het bleek dat de kleilaag zelve zoo dik is dat zij door hare zwaarte evenwicht kan maken met het buitenwater, ook dan wanneer het binnenwater nagenoeg verwijderd is.

Het is niet moeilijk om door berekening te vinden hoe dik de kleilaag in den toestand van modder zoude moeten zijn om aan den aandrang van het water genoegzamen weerstand te bieden opdat althans de doorgang langs genoemden weg onmogelijk wordt. Men behoeft daartoe slechts het specifiek gewicht van den modder te kennen. Met dit doel vermengde ik Zuiderzee-klei met zooveel water als noodig was om een dikken modder te doen ontstaan, waarboven zich na eenige dagen rust geen water meer afscheidde. Ik bevond nu dat het specifiek gewicht van dien modder bedroeg 1,56. Tot het in evenwicht houden van een waterkolom van 5 meters hoogte is derhalve eene kleilaag van 3,2 meter dikte voldoende. Daar echter de drukking zich ook in den bodem voortzet tot op de diepte waar de ondervlakte der kleilaag op het zand ligt, zoo zal de dikte der kleilaag nog minstens 2 meters meer moeten bedragen. Elke geringere dikte dan 5,5 meters komt mij min of meer bedenkelijk voor, althans in de nabijheid van die punten, waar het buiten- of boezemwater gemakkelijk in den grond kan dringen.

Ofschoon ik nu aan de in het bovenstaande medegedeelde metingen en daaruit afgeleide gevolgtrekkingen geene hoogere waarde wensch toegekend te zien dan daaraan, uit hoofde der gebrekkige waarnemingsmethode, toekomt, zoo geloof ik toch dat zij voldoende zijn om tot voorzichtigheid te manen en de overtuiging te vestigen dat onze kennis van den Zuiderzeebodem nog niet genoeg gevorderd is om, zonder gevaar voor geheele mislukking, tot het werk der droogmaking over te gaan.

Die kennis kan alleen vollediger worden door het doen van diepere boringen tot diepten van b. v. 8 à 10 meters, of meer waar het noodig mocht blijken, onder den zeebodem. Ook zal het getal dier boringen, vooral in de richting van den afsluitdijk niet te gering mogen zijn, daar het diluviale zand op betrekkelijk nabijgelegen punten zich op merkelijk verschillende diepten kan bevinden.

De opgeboorde gronden, zoowel zand als klei, zullen dan moeten onderworpen worden aan proeven met een goed ingerichten toestel om hunne mate van doordringbaarheid te bepalen. Mogelijk zouden reeds daartoe strekkende bepalingen tijdens de boringen zelve gedaan kunnen dienen. Is de boorbuis namelijk in het zand gedrongen en wordt zij geheel ledig gepomt, dan heeft men slechts den tijd te bepalen die noodig is om er het water tot op zekere hoogte weder in te doen opklimmen. Het schijnt mij toe dat dergelijke bepalingen met zorg verricht reeds tot eenige vergelijkbare resultaten omtrent dit voor het welslagen der droogmaking zeer gewichtig punt zouden leiden.

Natuurlijk zullen deze vernieuwde onderzoekingen tijd en geld kosten; maar bij een werk van zoo grooten omvang als dit, dat een reeks van jaren tot zijne voltooiing vordert, zoude men voorzeker hoogst onvoorzichtig handelen door zich te zeer te overhaasten en zich daardoor aan allerlei zoogenaamde tegenvallen bloot te stellen, die men misschien had kunnen voorkomen, wanneer men zich den tijd tot een zooveel mogelijk volledig onderzoek had gegund. En wat het geld aanbelangt, wat beteekenen eenige duizende voor dit onderzoek noodige guldens, vergeleken met de som van 123 millioen, waarop de kosten van het geheele werk geraamd zijn!

OBSERVATIONS

SUR LE

SCLÉRENCHYME.

PAR

M. TREUB.

Dans les plantes dites "vasculaires", l'ensemble des cellules dérivant du méristème primitif se différencie en plusieurs espèces de tissus, classés par M. SACHS en trois "systèmes". Cette classification en trois "systèmes de tissus", comme la plus naturelle tend à devenir de plus en plus généralement admise.

L'épiderme, dans le sens le plus étendu, forme avec les productions épidermiques le tissu tégumentaire; le second système embrasse les différentes formes de faisceaux conducteurs *); enfin toutes les cellules qui n'appartiennent ni aux faisceaux conducteurs, ni au tissu tégumentaire, constituent ensemble ce que M. SACHS a nommé le "tissu fondamental".

De ces trois systèmes de tissus, celui des faisceaux conducteurs est le mieux connu, grâce à bon nombre de recherches exactes et détaillées; pour la connaissance du tissu fondamental au contraire on n'a que beaucoup de données spéciales, mais les travaux d'ensemble font défaut. Ce manque de travaux d'ensemble se fait sentir aussitôt qu'on aborde la moindre

---

*) Comme dans un autre travail récent je continue à suivre M RUSSOW en remplaçant la dénomination de "faisceau fibro-vasculaire", par celle de "faisceau conducteur". Ce changement de nom a été suffisamment motivé par M. RUSSOW; voir, Vergleich. Unters. St. Pétersb. 1872, p. 1 et surtout, Betrachtungen ueber das Leitbündel- und Grundgewebe, Dorpat 1875, p. 3.

question qui a rapport au tissu fondamental. Tout de suite on s'aperçoit que dans plusieurs cas la terminologie est vague, puisqu'il y a souvent désaccord entre la portée des termes qu'emploient différents auteurs pour désigner les éléments de ce tissu; il en est ainsi par exemple, pour le „sclérenchyme", qui, dans l'acception du mot que j'adopte, est surtout élément constitutif du tissu fondamental.

Mettenius a introduit le terme de „sclérenchyme" pour indiquer les cellules généralement prosenchymateuses à parois épaisses et dures, formant des couches autour ou dans le voisinage, des faisceaux conducteurs des Hyménophyllacées *). En indiquant la présence de cellules sclérenchymateuses dans d'autres Fougères et dans plusieurs plantes appartenant à différentes familles et classes, il insiste sur le fait que son „sclérenchyme" ne fait *pas* partie des „faisceaux vasculaires"; pour plusieurs Fougères il a découvert la présence de sclérenchyme dans l'épiderme †).

Depuis Mettenius plusieurs auteurs parlent de „sclérenchyme" chacun dans un autre sens. Ainsi M. SACHS, dans les différentes éditions de son Lehrbuch §), propose d'appliquer ce nom aux cellules, tant parenchymateuses que prosenchymateuses, à parois non-seulement épaissies mais durcies, quel que soit d'ailleurs le tissu auquel ces cellules appartiennent. M. BUCH tout en écrivant une dissertation spéciale sur le sclérenchyme ne connaissait évidemment pas le mémoire cité de Mettenius; l'auteur nomme cellules de sclérenchyme, toutes les cellules considérablement épaissies „situées au dehors des faisceaux vasculaires", quelle que soit leur forme **). G. DAVID va jusqu'à restreindre le nom de sclérenchyme aux longues cellules rameuses répandues surtout dans le tissu fondamental des Monstérinées ††), intéressantes

---

*) G. METTENIUS. Ueb. die Hymenophyllaceae; dans, Abhdl. der math.-phys. Cl. der Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wiss. Bd. VII. Leipzig 1864, p. 18, 32—40, e. a.

†) Loc. cit. p. 37.

§) Voir par exemple, 4te Aufl. p. 84.

**) O. BUCH, Ueber Sclerenchymzellen, Breslau 1870. p. 16.

††) G. DAVID, Ueber die Milchzellen der Euphorbiaceen, etc. Breslau 1872. p. 52 e. a.

formes de cellules décrites minutieusement par M. VAN TIEGHEM sous le nom de „poils internes *) et dont l'étude a plus tard été reprise par M. BUCH. L'expression de sclérenchyme est employée par M. F. SCHMITZ „pour toutes les masses de cellules fortement épaissies du tissu fondamental"; cellules qu'il nomme quelquefois „fibres pseudo-libériennes" (falsche Bastfasern) †). Enfin M. RUSSOW revient à l'opinion de Mettenius en réservant le nom de sclérenchyme aux cellules prosenchymateuses fortement épaissies du tissu fondamental on du tissu tégumentaire §). Ici encore je suivrai M. RUSSOW, en tachant de rendre au terme proposé par Mettenius sa signification primitive.

En réservant à des cellules *prosenchymateuses*, le terme de sclérenchyme il est évident qu'il n'est applicable à aucun des éléments constitutifs des faisceaux conducteurs, puisque les cellules fibreuses à parois épaisses y portent déjà les noms de fibres libériennes ou de libriforme selon qu'elles font partie du phloème ou du xylème. En étendant au contraire ce mot de sclérenchyme, comme le veut M. SACHS, tant à des cellules prosenchymateuses qu'à celles en forme de parenchyme, on court le risque de rendre l'expression peu utile faute de précision. Du reste pourquoi ne serait-il pas permis, tant qu'il s'agit du tissu fondamental on du tissu tégumentaire, d'établir une classification de cellules se basant en partie sur leur forme, puisque les mêmes bases sont généralement admises comme propres à classer les éléments constitutifs des faisceaux conducteurs? Il est vrai que pour le tissu fondamental, on connait des cas où il y a toutes sortes de transitions entre des fibres à parois épaisses et des cellules parenchymateuses **). Seulement des cas analogues se trouvent dans les faisceaux conducteurs; ainsi les cellules conjonctives ††) prennent quelquefois une forme plus ou moins

---

*) PH. VAN TIEGHEM, Structure des Aroidées, Ann. Sc. Nat. 5ième Série, Bot. T VI, 1866. p. 140.

†) F. SCHMITZ, Beobacht. ueb. die Entwick. der Sprosspitze der Phanerogamen, Halle 1874, p. 15, 26.

§) Vergleich Unters. p. 167; Betrachtungen p. 16 et ailleurs.

**) Voir, Mettenius loc. cit. p. 19 et Buch loc. cit. p. 18.

††) J'ai nommé „cellules conjonctives" les „Leitzellen" de M. RUSSOW; TREUB Recherches s. l. org. de la végét. du Selaginella Martensii, Leide 1877, p. 10.

prosenchymateuse, les „Ersatzfasern" de M. SANIO forment une espèce de transition entre le parenchyme ligneux proprement dit et le libriforme, etc. M. SANIO a dit „Ebenso wenig aber wie der Morpholog die Unterscheidung der verschiedenen Blattformationen wegen der zahlreichen Uebergänge und wegen des gleichen Ursprunges wird aufgeben dürfen, ebenso wenig sprechen die Uebergänge zwischen den Elementarorganen des Holzkörpers für die Unhaltbarkeit (de la classification) der in einander übergehenden Organe, ohne deren Annahme eine vergleichende Anatomie ueberhaupt nicht möglich wäre" *). La même chose peut se dire pour les organes élémentaires des autres tissus.

Les recherches récentes de M. RUSSOW †) et de M. SCHWENDENER §) ont fait voir qu'un très grand nombre de cellules prosenchymateuses à parois épaisses, assignées jusqu'ici au phloème, doivent être considérées comme appartenant au tissu fondamental ; ces cellules prosenchymateuses réunies en groupes, surtout ont un caractère tout à fait particulier ; raison de plus pour leur réserver une dénomination spéciale.

Ainsi le nom de sclérenchyme ne s'applique qu'à des cellules prosenchymateuses du tissu fondamental ou du tissu tégumentaire ; les cellules de sclérenchyme sont dans ces tissus ce que sont les fibres libériennes dans le phloème et le libriforme dans le xylème ; elles ont partout une valeur morphologique parfaitement analogue à celle de ces deux organes élémentaires des faisceaux conducteurs. Généralement ces cellules méritent à tous les égards leur nom, puisque très souvent leurs parois ne sont pas épaisses seulement mais en même temps dures.

Les cellules de sclérenchyme du tissu fondamental **) y sont distribuées isolément, ou bien elles sont réunies en groupes. Dans le premier cas elles prennent très souvent en poussant des branches dans les méats intercellulaires adjacents, un caractère

---

*) C. SANIO, Vergleich Unters. ueb. die Elementarorgane des Holzkörpers, Bot. Zeit. 1863, p. 91.

†) Voir surtout, Vergleich Unters. p, 170 et suiv.

§) S. SCHWENDENER, Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monocotylen, Leipzig 1874.

**) Dans ce petit article je ne m'occupe pas du sclérenchyme de l'épiderme.

décidément rameux (Aroideae, Loganiaceae, Camellia, Thea) *). Réunies en groupes les fibres sclérenchymateuses se trouvent tantôt dans le voisinage des faisceaux conducteurs, autour desquels elles forment quelquefois une enveloppe tout à fait ou presque continue †), tantôt elles s'unissent pour former un anneau de sclérenchyme dans l'écorce externe des tiges et des racines; enfin assez souvent encore le sclérenchyme se présente sous forme de faisceaux répandus par tout le tissu fondamental, ou bien se dirigeant seulement le long de l'épiderme. Dans son travail classique M. SCHWENDENER a décrit les nombreuses manières dont enveloppes, couches, anneaux et faisceaux de sclérenchyme peuvent s'accompagner mutuellement et se combiner, ainsi que les lois présidant à ces combinaisons; lois qui s'expliquent par le rôle important qu'a le sclérenchyme dans l'architecture des plantes.

Parmi les exemples connus depuis longtemps, de sclérenchyme répandu sous forme de faisceaux dans le tissu fondamental, il faut citer, peut-être en premier lieu, les faisceaux dans l'écorce des racines de beaucoup de Palmiers et de Pandanées, où ils sont mentionnés e. a par MOHL, KARSTEN, M. NÄGELI, M. VAN TIEGHEM et M. SCHWENDENER. Ce sont ces faisceaux qui donnent lieu à la présente communication.

Sur une coupe transversale d'une racine p. ex du Phoenix reclinata Jacq., on voit plusieurs faisceaux de sclérenchyme cheminant dans l'écorce (fig. 1); le nombre en dépend de l'épaisseur de la racine. En se servant de faibles grossissements on voit par ci par là, à la périphérie de ces faisceaux des parties claires faisant, sur des coupes minces, quelque peu l'effet de hiatus (p. fig. 1); à l'aide de plus forts grossissements on s'apercoit que ces „hiatus" sont des cellules à lumen beaucoup plus grand que les autres cellules du faisceau (p. fig. 2). Ce n'est que sur des coupes longitudinales qu'on découvre qu'elles font partie de séries verticales de cellules parenchymateuses, à

*) Buch, loc. cit.

†) Dans les racines de plusieurs Philodendron le sclérenchyme forme des enveloppes autour des canaux „oléo-résineux" du tissu fondamental, ce que M. TRÉCUL et M. VAN TIEGHEM ont décrit il y a longtemps; voir VAN TIEGHEM, Structure des Aroidées loc. cit. p. 86, 118 et 119.

peu près isodiamètriques (fig. 3). Les parois internes de ces cellules sont plus ou moins épaissies, l'épaississement de leurs parois transversales et radiales (par rapport à l'axe idéal du faisceau) est souvent assez considérable tandis que leurs parois externes paraissent toujours rester assez minces. Les cellules parenchymateuses ne se trouvent que dans la couche périphérique de chaque faisceau; ensemble elles forment, comme je viens de l'énoncer, des séries verticales très longues quoique pas continues sur toute la longueur des faisceaux; dans chaque série les cellules peuvent être entassées immédiatement l'une sur l'autre (fig. 7), ou bien elle sont plus ou moins isolées (fig. 3). Après la macération on voit que les fibres contre lesquelles s'appuyaient les séries de parenchyme, ont des ondulations très prononcées, correspondant aux places qu'occupaient les cellules parenchymateuses (fig. 4); la même chose se voit quelquefois aussi, et même très distinctement, sur des coupes longitudinales, comme le montre la fig. 5, prise du Phoenix dactylifera.

J'ai étudié les racines d'un assez grand nombre de Palmiers et partout où il y avait des faisceaux de sclérenchyme j'ai retrouvé ces cellules parenchymateuses; je les ai vues dans une ou plusieurs espèces des genre Harina, Arenga, Caryota, Latania, Corypha, Phoenix, Martinezia. Les séries de parenchyme sont tantôt plus, tantôt moins nombreuses que dans les faisceaux de sclérenchyme du Phoenix reclinata, mais toujours elles ne se trouvent qu'à la périphérie des faisceaux; les dimensions des cellules sont variables dans différentes espèces; dans les Martinezia je les ai vues si petites que sur des coupes transversales elles n'étaient guère visibles, ce n'est que sur des sections longitudinales qu'on pouvait bien les distinguer (voir les cinq cellules dela fig. 6. Généralement je n'indique par p que quelques-unes des cellules parenchymateuses d'une sèrie). Quelquefois les cellules parenchymateuses des faisceaux font plus ou moins saillie dans le tissu environnant (fig. 7); parfois elles ne sont pas immédiatement superposées mais il y a d'assez grandes distances entre elles; ainsi dans les parties adultes des racines des Harina et surtout du Harina caryotoides Hamilt, il y a presque toujours entre deux cellules successives d'une même série de ce parenchyme, une distance plus grande que le diamètre moyen de ces cellules (voir aussi les fig. 3 et 6).

Pour savoir de quelle manière se produisent et d'où dérivent les cellules parenchymateuses des faisceaux de sclérenchyme, il faut avoir recours à l'étude de sections longitudinales des sommets des racines. Sur une pareille section on voit qu'assez près des „initiales communes" *), quelques cellules du périblème se divisent surtout par des cloisons longitudinales en produisant ainsi des faisceaux de cellules allongées, à peu près de la forme de jeunes cellules procambiales. Un peu au dessous †) du lieu où ce faisceau pseudoprocambial s'individualise, plusieurs de ses cellules externes se divisent quelques fois de suite par des cloisons transversales (fig. 8, 9), divisions qui continuent à se répèter pendant quelque temps; c'est par ce cloisonnement en sens tranversal des cellules pseudoprocambiales que se forment les séries de cellules parenchymateuses (fig. 10). Celles ci sont produites longtemps avant que les autres cellules du faisceau pseudo-procambial aient pris le caractère de sclérenchyme (fig. 10, 11). Sur des coupes longitudinales dans lesquelles ont voit des faisceaux de sclérenchyme du dehors, il reste longtemps visible que les cellules parenchymateuses des faisceaux sont dues à des divisions de cellules allongées (fig. 12, 13); comme le montre la fig. 13 ces cellules parenchymateuses peuvent devenir assez larges, toutefois elles ne se cloisonnent que rarement en sens radial (fig. 13). Ce n'est qu'à une assez grande distance du sommet des racines que les cellules parenchymateuses peuvent commencer à s'éloigner l'une de l'autre; cet éloignement est du à l'allongement ultérieur des faisceaux de sclérenchyme.

Dans les Pandanées j'ai étudié les racines, aériennes ou terrestres, de quelques espèces de Pandanus et du Freycinetia nitida Miq.; partout on trouve beaucoup de faisceaux de sclérenchyme dans l'écorce §). Ici encor ce on voit très souvent à

---

*) Voir pour l'accroissement terminal de la racine dans les Palmiers; TREUB, Le méristème primitif de la racine d. l. Monocotyl. Leide 1876, p. 29, Pl. V. fig. 20.

†) Qu'on se représente le sommet de la racine tourné en haut.

§) On trouve des faisceaux de cellules épaisses et prosenchymateuses dans la „moelle" des racines de quelques Pandanus et du Freycinetia nitida; on n'a pas le droit de donner à ces cellules le nom de sclérenchyme parcequ'il n'est nullement décidé s'il faut considérer la „moelle" des racines comme appartenant au tissu fondamental, oui ou non (voir, Russow, Betrachtungen p. 47—51). Je crois,

la périphérie de ces faisceaux, des séries longitudinales de cellules parenchymateuses; elles sont assez rares dans le Pandanus variegatus Miq., un peu plus nombreuses dans le Pandanus Amaryllifolius Roxb. et le Freycinetia nitida *); dans les Pandanus furcatus Roxb. et utilis Bory elles ne sont pas moins nombreuses que dans les racines des Palmiers. Les dites cellules parenchymateuses des Pandanées sont un peu plus longues et plus régulières que celles des Palmiers; je ne les ai jamais vues s'écarter l'une de l'autre.

Les racines des Pandanées sont plus propres encore que celles des Palmiers aux recherches sur l'origine et le mode de formation des cellules parenchymateuses en question, parceque les faisceaux de sclérenchyme y sont plus nombreux et surtout parceque la marche de ces faisceaux est très régulière. Sur une section longitudinale axile d'un sommet de racine on voit de nouveau, comme première différenciation dans le périblème, la production de faisceaux pseudo-procambials; à quelque distance du sommet quelques cellules externes de ces faisceaux se divisent ensuite par des cloisons transversales (fig. 14—16) en séries de cellules parenchymateuses. Ce n'est que plus tard que les autres cellules des faisceaux se changent en sclérenchyme.

On a signalé pour quelques cas la présence de cellules parenchymateuses dans des faisceaux de sclérenchyme. Payen a trouvé dans la tige d'un Pandanus des cellules parenchymateuses particulières, formant ensemble „un appareil de la configuration extérieure d'une raphide courte" †); ces cellules sont, je n'en doute pas, homologues à celles que je viens de décrire pour les faisceaux de sclérenchyme des racines des Pandanées. Mettenius

---

surtout après les considérations de M. Russow, que le mieux qu'on puisse faire c'est d'envisager partout *tout* ce qui se trouve au dedans de la gaine protectrice des racines comme faisant partie du faisceau conducteur.

*) Dans le Freycinetia nitida j'ai spécialement cherché, si dans les faisceaux de cellules epaisses de la „moëlle" des racines il y avait, comme dans les faisceaux de sclérenchyme de l'écorce, des séries de cellules parenchymateuses; je n'ai pas réussi à les y découvrir.

†) Payen, Mém. s. l. dével. d. Végétaux. Paris 1842, p. 365 Pl. VIII, fig. S, s'''.

a vu, dans la plupart des espèces de Trichomanes, que „les cellules de sclérenchyme” touchant au parenchyme environnant sont divisées et forment à cause de cela des séries de cellules parenchymateuses. Ce sont ces cellules auxquelles METTENIUS a donné le nom de „Deckzellen”, „parcequ'elles couvrent toujours le sclérenchyme, en tant qu'elles occupent la limite du sclérenchyme et du parenchyme” *); l'auteur ajoute que ses „Deckzellen” sont produites par la division de cellules sclérenchymateuses allongées. „Diese Theilung der Sklerenchymzellen erfolgt indess schon in den jugendlichsten Theilen des Stammes in geringer Entfernung von dem Vegetationspunkt....., und ebenso in den jüngsten Theilen der Blätter lange vor Verholzung der Gefäszellen der Nerven die sie bedecken” †). Outre dans les Hyménophyllacées, Mettenius indique la présence des „Deckzellen” dans d'autres Fougères.

M. RUSSOW, en parlant du sclérenchyme §), dit: „Le lumen des cellules de sclérenchyme est le plus souvent continu, rarement divisé par de minces cloisons. Ces cloisons se produisent après que l'épaisissement des membranes est terminé, par suite de division ultérieure de la cellule. Il faut peut-être considérer comme forme particulière du sclérenchyme cloisonné les remarquables „Deckzellen” découvertes par Mettenius, cellules qui se trouvent très souvent non seulement dans les Hyménophyllacées, mais aussi dans plusieurs Polypodiacées et dans les Phanérogames (dans les Palmiers et les Orchidées tropiques).”

Avant d'énoncer une opinion sur la manière dont METTENIUS et M. RUSSOW envisagent les „Deckzellen”, je me permets de rappeler en quelques mots les différences qu'il y a entre deux éléments constitutifs du bois: le parenchyme ligneux et le libriforme cloisonné. On doit à M. SANIO d'avoir indiqué que M. NÄGELI, TH. HARTIG et SCHACHT ont réuni à tort sous un même nom tous les élements „parenchymateux” du bois; seul le parenchyme ligneux, dans l'acception actuelle du mot, se forme par la division transversale de cellules

---

*) Loc. cit. p. 19.

†) Loc. cit. p. 28.

§) Vergleich. Unters. p. 167.

procambiales *avant* que l'épaississement de leurs parois ait commencé; les autres éléments "parenchymateux" du bois, nommés "libriforme cloisonné" par M. SANIO, ne se produisent que plus tard par un cloisonnement en sens transversal de fibres de libriforme à parois considérablement épaissies. Aussi M. SANIO dit en traitant du libriforme cloisonné *): "Wer dieses Zellensystem *genau* untersucht hat, wird die unzerstörbare Ueberzeugung gewinnen, dass die getheilten Libriformfasern nur eine getheilte Modification der bastartigen Holzfasern und von dem Holzparenchym himmelweit verschieden sind."

J'ai cru devoir insister sur ces vues de M. SANIO quoique de nos jours on les partage généralement, parceque les relations entre les éléments constitutifs des faisceaux de sclérenchyme donnent lieu à de pareilles considérations.

Depuis assez longtemps on sait que non seulement le libriforme et les vraies fibres libériennes peuvent être cloisonnées, mais que la même chose se voit par ci par là dans le sclérenchyme; c'est à ce "sclérenchyme cloisonné" que M. RUSSOW, guidé par les descriptions de METTENIUS, est porté à rattacher les "Deckzellen" de cet auteur. Pour moi je crois qu'il faut envisager ces cellules d'une autre manière tout comme les cellules parenchymateuses des faisceaux de sclérenchyme, que je viens de décrire; celles-ci se produisent par le cloisonnement transversal de cellules d'un faisceau pseudo-procambial, *avant* leur épaississement, *de sorte qu'elles sont parfaitement analogues au parenchyme ligneux.* Quant au sclérenchyme cloisonné il ne se produit qu'après l'épaississement des parois des fibres, de la même manière que le libriforme cloisonné. La différence entre ces deux éléments des faisceaux de sclérenchyme est manifeste déjà en étudiant p. ex. une partie adulte d'une racine du Freycinetia nitida, où dans le même faisceau on peut trouver des séries de parenchyme et du sclérenchyme cloisonné.

Ainsi non seulement des cellules prosenchymateuses à parois épaissies du tissu fondamental, peuvent se réunir en groupes à caractère plus ou moins particulier, mais la différenciation peut aller plus loin encore puisque dans les faisceaux pseudo-procam-

*) Bot. Zeit. 1863, p. 110.

bials qui précèdent ces groupes, des cellules peuvent se diviser en parenchyme; de sorte qu'une partie seulement de ces faisceaux se change en fibres sclérenchymateuses, soit cloisonnées soit à lumen continu. C'est dans le but d'indiquer pour quelques cas cette différenciation, qu'on retrouvera probablement ailleurs, que je publie le présent article.

Il me reste à ajouter quelques mots encore sur le contenu des cellules parenchymateuses qui accompagnent le sclérenchyme.

Dans ses „Deckzellen" METTENIUS a vu de l'acide silicique déposé dans un épaississement de la paroi interne. Dans les racines des Palmiers les cellules parenchymateuses des faisceaux de sclérenchyme contiennent chacune une concrétion globuliforme légèrement mamelonnée (c. fig. 3, 5, 7, 17) *); ces concrétions se composent d'acide silicique. Il n'y aucune raison de considérer ici la présence de concrétions d'acide silicique comme critérium de la mort des cellules à l'intérieur desquelles elles se trouvent, comme le croyait autrefois Crüger †).

Le parenchyme des faisceaux de sclérenchyme dans les racines des Pandanées contient un cristal cubique ou prismatique dans chaque cellule; d'accord avec Payen §), j'ai trouvé ces cristaux constitués par de l'oxalate de chaux **).

---

*) Je n'ai indiqué par C. que deux cristaux dans chaque figure.

†) Comparer d'ailleurs ce que H. DE MOHL a dit à cet égard, Bot. Zeit. 1861, p. 231.

§) Payen, oc. cit. p. 365.

**) En corrigeant l'épreuve je puis encore signaler l'article du Prof. PFITZER qu'il vient de publier dans la „Flora" du 1er Juin, p. 245.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. Partie de l'écorce d'une racine du Phoenix reclinata Jacq. en coupe horizontale; cinq faisceaux de sclérenchyme sont visibles; les cellules parenchymateuses dans ces faisceaux sont indiquées par p. p. . . . comme dans les figures suivantes. Gross. 140 diam.

Fig. 2. Faisceaux de sclérenchyme en section transversale; dessin pris d'une racine du Phoenix reclinata. Gross. 240 diam.

Fig. 3. Partie d'un faisceau de sclérenchyme, du Phoenix reclinata, en section longitudinale. Gross. 240 diam.

Fig. 4. Deux fibres de sclérenchyme isolées par la macération dans l'acide nitrique et le chlorate de potasse. Gross. 140 diam.

Fig. 5. Partie d'un faisceau de sclérenchyme, du Phoenix dactylifera, en coupe longitudinale; comme dans d'autres figures, deux des concrétions d'acide silicique sont désignées par C Gross 400 diam.

Fig. 6. Partie d'un faisceau de sclérenchyme, du Martinezia caryotaefolia Hnmb. et Kth., en coupe longitudinale. Gross. 400 diam.

Fig. 7. Partie d'un faisceau de sclérenchyme, du Caryota spec., en coupe longitudinale. Gross. 400 diam.

Fig. 8, 9. Parties de faisceaux pseudo-procambials de l'écorce de racines du Phoenix sahariensis; dessins pris d'après des coupes longitudinales axiles de racines; dans chaque figure on voit *une* cellule „pseudo-procambiale" qui commence à se cloisonner en sens transversal. Gross. 560 diam.

Fig. 10. Partie d'un faisceau pseudo-procambial en coupe longitudinale; ce dessin est pris de l'écorce d'une racine du Harina caryotoides Hamilt; la partie dessinée est plus agée que celle des fig. 8 et 9. Gross. 450 diam.

Fig. 11. Partie jeune d'une faisceau de sclérenchyme avec une série de cellules parenchymateuses, du Caryota Cumingii Lodd., en section longitudinale. Gross. 560 diam.

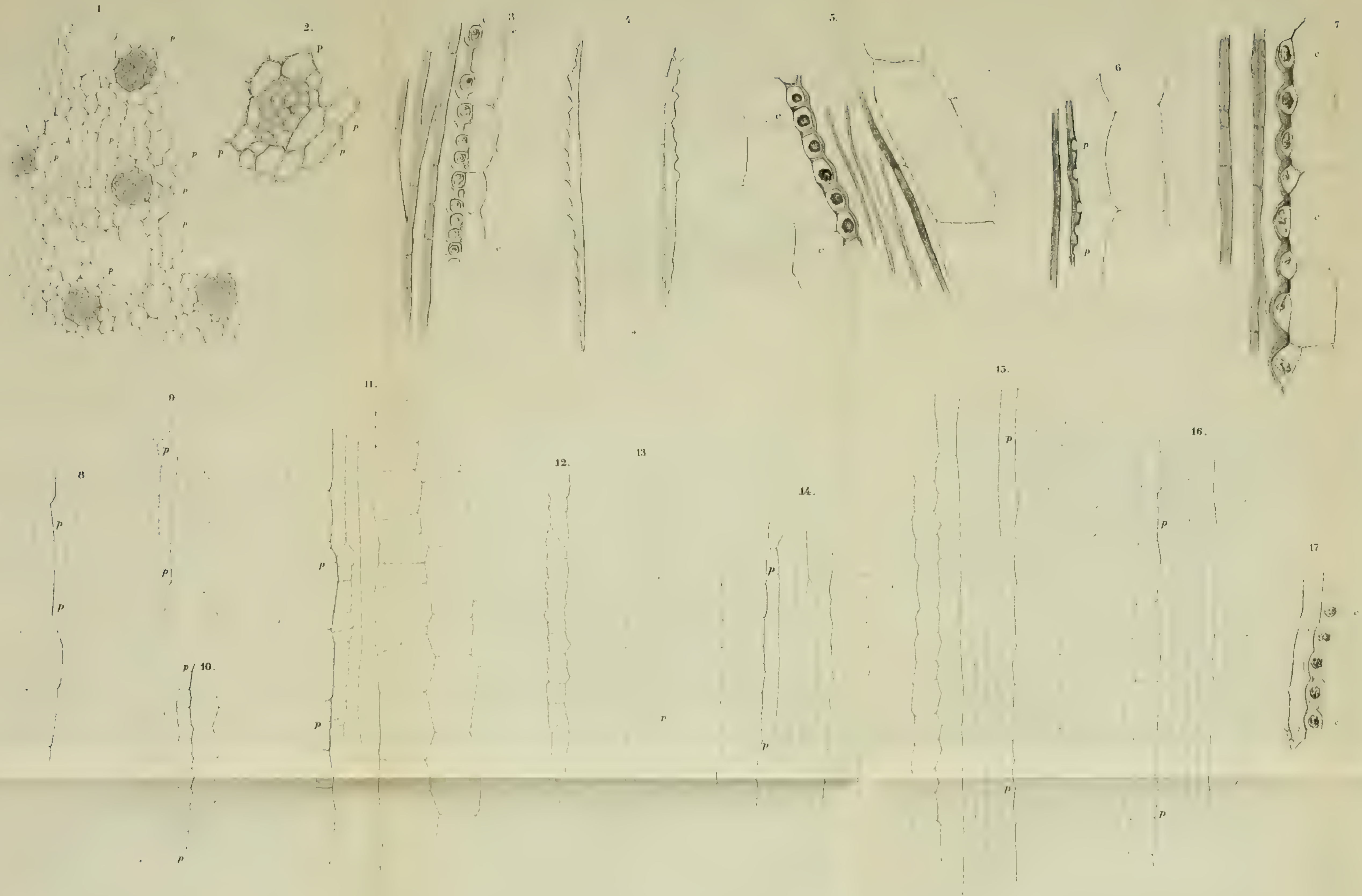
Fig. 12. Série de cellules parenchymateuses appartenant à un faisceau de sclérenchyme d'une racine du Phoenix sahariensis. Gross. 560 diam.

Fig. 13. Série de cellules parenchymateuses appartenant à un faisceau de sclérenchyme d'une racine du Martinezia disticha. Gross. 400 diam.

Fig. 14—16. Faisceaux pseudo-procambials, en coupe longitudinale, de l'écorce de racines du Pandanus utilis Bory. Gross. 400 diam.

Fig. 17. Partie d'une fibre sclérenchymateuse, bordée de cinq cellules parenchymateuses (d'un faisceau de sclérenchyme); dessin pris d'une coupe d'une racine du Phoenix reclinata, après la macération dans l'acide nitrique et le chlorate de potasse. Gross. 240 diam.

M. TREUB. Observations sur le Sclérenchyme



CONTRIBUTION A LA SACCHARIMETRIE.

NOTE SUR LA

TRANSFORMATION DU SACCHAROSE EN SUCRE REDUCTEUR PENDANT LES OPERATIONS DU RAFFINAGE.

PAR

J. W. GUNNING.

Dans un Mémoire présenté à l'Academie des Sciences à Paris et inséré dans les *Comptes rendus*, LXXIII. p. 196, M. AIMÉ GIRARD communique des expériences, faites par lui pour expliquer le rôle que le sucre réducteur, présent dans les sucres bruts, peut jouer pendant le raffinage. D'àprès l'auteur, les personnes versées dans cet art sont d'accord sur ce fait, que le sucre réducteur exerce „une influence redoutable", mais quant à la nature de cette influence, les opinions étaient divisées jusqu'ici. On lui attribua généralement la faculté „d'immobiliser", c'est-à-dire, de rendre incristallisable une partie du saccharose, auquel il se trouve mêlé. Mais après les travaux importants de M. DURIN sur ce sujet cette opinion n'était plus soutenable. En 1872 M. FELTZ ouvrit une autre voie pour rechercher l'origine de cette influence en démontrant — comme le croit M. GIRARD — qu'un mélange de saccharose et de sucre inverti par les acides, soumis à la température de 70° et mieux à l'ébullition, va se changeant peu à peu en glucose.

Les résultats de M. FELTZ cependant laissaient à désirer sous

certains égards, c'est pourquoi M. GIRARD a repris le sujet, et est arrivé à des résultats qui lui semblent expliquer parfaitement le rôle facheux, attribué au glucose.

En effet, le tableau donné par M. GIRARD démontre que 15 échantillons de sirops et de clairces, chauffés 18 à 60 heures à 65° et analysés au polarimètre et par la liqueur cuprique avant et après la chauffe, perdent une partie considérable de leur pouvoir rotatoire et augmentent en pouvoir réducteur. Les pertes, considérées comme pertes en saccharose, s'élèvent d'environ 1 jusqu'à 19 pourc. et le glucose augmente dans la plupart des cas de 3 à 6,6 pourc. En interprétant ces faits M. GIRARD croit qu'on peut dorénavant considérer comme démontré que dans le cours des opérations, que l'art du raffinage comporte, une quantité importante de saccharose se trouve transformé en sucre réducteur et que l'agent de cette transformation est le sucre réducteur lui-même. D'où il résulterait encore que la saccharimétrie française, qui se vante de tenir compte de cette imperfection du raffinage, est supérieure aux autres modes proposés, parce qu'elle concilie sous ce rapport les intérêts des fabricants avec ceux du Trésor.

Mon honorable collègue français sait et ne contredit point, que beaucoup de personnes ne sont pas de cet avis. Tout en reconnaissant le fait que le raffineur perd souvent du saccharose, par sa transformation en glucose, ces personnes mettent en doute que cette transformation est un phénomène essentiel et constant du raffinage. L'irrégularité et l'intensité extrêmement variable de cette action, qui se prononcent de nouveau si clairement dans les expériences nouvelles de M. GIRARD, leur semblent plutôt indiquer une cause accidentelle, un vice de fabrication.

M. GIRARD a-t-il réellement réussi à dissiper ces doutes?

J'ai peine à le croire. Remarquons d'abord que des 15 échantillons sur lesquels M. GIRARD opérait, 11 étaient acides et les 4 autres, neutres d'abord, se trouvaient acides après la chauffe. Evidemment la cause la plus probable de la transformation du saccharose réside dans cet acide, et non pas dans le glucose Il y a là une différence notable, qui toutefois n'échappe pas à M. GIRARD, mais qu'il croit pouvoir éliminer en s'appuyant sur les travaux de M. PELIGOT, qui, dit-il, nous a appris

que le glucose se transforme facilement en composés acides. Cependant en relisant le mémoire de M. PELIGOT aux *Ann. de Ch. et de Ph.* (3) Tome 54, pag. 377, je trouve, que ce savant traite seulement de l'action que le glucose exerce sur les liqueurs alcalines, dans lesquelles il est dissout et dont il anéantit une partie de la réaction alcaline. Mais il ne relate aucune expérience où une solution neutre ou alcaline de glucose deviendrait acide par l'application de la chaleur.

De même le travail de M. FELTZ (*Compt. rend.* LXXVI, pag. 1140) ne me paraît apporter aucune confirmation pour les vues de M. GIRARD. En effet, cet auteur démontre que, sous certaines circonstances, le saccharose réduit la liqueur cuprique comme le glucose. Est-ce-à dire que le saccharose est transformé en glucose avant la réduction? Si cela était, on ne pourrait attribuer cette influence qu'à l'alcali de la liqueur cuprique. Or il est bien connu qu'une solution fortement alcaline de saccharose pur peut-être chauffée longtemps sans que la moindre coloration ne se produise, ce qui prouve qu'il n'y a pas de formation de glucose.

Je rapporterai ici une expérience qui donne peut-être directement la clef de ce que M. FELTZ a observé et qui prouve une fois de plus à quelles mauvaises chances la liqueur cuprique peut exposer le chimiste qui s'en sert.

Une liqueur cuprique récemment préparée *) qui n'est pas réduite par le saccharose pur †) à la température de 100 dans l'espace de dix minutes, dépose de l'oxydule de cuivre sous ces mêmes circonstances lorsqu'elle a vieilli de quelques jours seulement, ou lorsqu'elle a été chauffiée à 100° pendant quelques heures. Ici nous avons donc à faire à une transformation non du saccharose, mais du réactif même, qui sert à rechercher cette transformation.

La réaction à laquelle M. GIRARD rapporte ses observations

---

*) Nous suivons la formule: 34,639 gr. de sulfate de cuivre, 200 gr. de tartrate potasso-sodique, 500 C.C. d'une lessive de soude caustique à 1,19; le tout porté au volume de 1 litre.

†) On prépare facilement le saccharose pur en lavant le sucre en pains râpé à l'alcool à 90 pourc.

était donc inconnue jusqu'ici: c'est la faculté du sucre réducteur d'invertir le saccharose, soit directement, soit en conséquence de sa transformation en acide.

Examinons maintenant si les preuves apportées par M. GIRARD suffissent pour établir l'existence de cette faculté.

D'abord, quelle est la quantité et la nature de l'acide qui s'est formé dans les expériences de M. GIRARD? L'auteur constate seulement (par la balance?) que la quantité de matières précipitables par l'acétate de plomb dans les sirops était beaucoup plus considérable après qu'avant la chauffe, et il nous laisse dans le doute si l'acide formé appartient à cette catégorie d'acides, qui invertissent facilement le saccharose, comme les acides tartrique et oxalique, ou à ceux dont l'influence est très faible, comme l'acide acétique.

Il sera donc permis de me rapporter aux expériences que j'ai instituées pour répondre à ces questions.

1°. Une solution à environ 8 pourc. de sucre inverti par l'acide oxalique *) parfaitement neutre, a été chauffée dans un vase d'étain †), fermé à vis, au bain-marie à 70° pendant 14 heures consécutives.

La densité, la réaction sur le papier tournesol, la polarisation et le pouvoir réducteur, examinés de nouveau, ont été trouvés exactement les mêmes après qu'avant la chauffe.

Après 42 heures de chauffe à 70° on a répété ces déterminations sans trouver encore la moindre différence.

On a continué la chauffe encore 18 heures mais en faisant bouillir l'eau du bain-marie.

Cette fois-ci on a observé une modification du sucre; la solution était devenue trouble et avait pris une couleur jaune et une réaction acide; la quantité d'acide formé est trouvée équi-

---

*) Une solution de sucre candi au dixième, acidifié par un pourcent d'acide oxalique très pur, est chauffée pendant 3 heures à 100°. Après refroidissement on ajoute du lait de chaux en léger excès, on filtre et on passe par la liqueur un courant d'acide carbonique bien lavé; on fait bouillir et on filtre de nouveau.

†) Les solutions incolores de sucre inverti chauffées longtemps dans des vases de verre, prennent une teinte brune, ce que j'attribue à un minime degré d'alcalinité que le verre communique à l'eau. Ces traces d'alcali pouvaient empêcher la formation d'acide, c'est pourquoi j'ai choisi pour ces expériences un vase de métal.

valente à 0,01 pourc. d'acide acétique. Elle était donc beaucoup trop faible pour reconnaître la nature de l'acide. Ni la rotation, ni le pouvoir réducteur de la solution n'étaient sensiblement changés.

L'expérience a été répétée avec une autre solution de sucre réducteur et a donné les mêmes résultats.

2°. Une mélasse provenant d'une sucrerie des Indes occidentales, récemment importée, d'un beau jaune et franchement acide, a été diluée de son volume d'eau et ensuite chauffée pendant 60 heures à 70° dans un tube en verre scellé à la lampe *).

Avant et après la chauffe l'aciditê a été déterminée au moyen d'une solution titrée de potasse. Elle a été trouvée dans les deux cas égale à celle de 0,49 pourcent d'acide acétique.

Les essais cupriques exécutés avant et après la chauffe ont fait voir que la richesse de la mélasse en sucre réducteur s'était accrue de 18,6 pourc. à 20,6.

L'expérience a été répétée, avec cette différence que la solution de mélasse fut neutralisée aussi exactement que possible avant la chauffe. L'action de l'acide étant éliminée autant que posstble, la richesse en sucre réducteur s'est trouvée augmentée par une chauffe de 60 heures à 70° de 18,6 à 19,3.

3°. Une solution à 1 pourc. de sucre inverti — preparé par l'action de la levûre de bière sur le sucre candi — fut saturée de saccharose à la température ordinaire, puis chauffée en tube de verre clos pendant 60 heures à 70°.

La quantité de sucre réducteur s'est trouvée après ce temps augmentée de 1 pourc. à 1,2.

La même expérience, prise avec une solution à 3,70 pourc. de sucre inverti, préparé au moyen de l'acide oxalique, puis saturée de saccharose et chauffée 60 heures à 70° donna une augmentation de 3,7 pourc. à 3,8.

---

*) Cette précaution est nécessaire dans ces expériences, non seulement pour conserver aux liquides l'état primitif de concentration, mais surtout pour les préserver de l'action de l'air du laboratoire. Le saccharose est extrêmement sensible aux vapeurs acides, surtout aux émanations du gaz brûlant, qui contiennent toujours des quantités considérables de sulfate d'ammoniaque. J'ai dû rejeter toute une série d'expériences qui donnaient des résultats incertains et contradictoires, parce qu'on n'avait par assez tenu compte de ces circonstances perturbatrices.

4°. On chauffa à 70° pendant 14 heures:
les solutions, mentionnées sous le N°. 3,
la mélasse, citée sous le N°. 2, à l'état neutralisé.

Les quantités de ces trois solutions, qu'il fallut pour décolorer un même volume de liqueur cuprique étaient absolument les mêmes après et avant la chauffe.

S'il est permis, comme je le crois, de généraliser ces résultats, on doit admettre les propositions suivantes:

a. La solution du sucre inverti chauffée à une température de 100° montre quelque tendance à s'acidifier. Dans les conditions où le sucre brut se trouve pendant le raffinage, il ne peut cependant guère être question de cette action chimique.

b. Ni les mélanges synthétiques de saccharose et de sucre inverti, ni la mélasse de sucrerie neutrale, ne subissent un changement de composition appréciable lorsqu'on les chauffe à l'état neutre dans des conditions de temps et de température qui ne sortent pas trop des limites ordinaires du raffinage.

c. L'acidité des mélasses exotiques conduit naturellement à une augmentation de la quantité de sucre inverti lorsqu'on les chauffe, mais dans un cas donné, quoique parfaitement normal, cette augmentation ne dépasse pas $^1/_{10}$ de la quantité présente, lorsque la chauffe eut lieu dans les conditions ordinaires du raffinage.

d. On ne trouve aucun indice certain d'une action directe que le sucre inverti déjà présent exercerait sur le saccharose.

Après avoir établi ces résultats d'expérience de laboratoire, on est curieux de savoir, si les choses se passent autrement dans la pratique du raffinage.

C'est à M. L. SERRURIER que je dois les précieux renseignements contenus dans la lettre suivante, qu'il a eu la complaisance de me remettre après avoir pris connaissance de cette Note.

LETTRE A M. LE PROFESSEUR J. W. GUNNING CONCERNANT L'INFLUENCE DU SUCRE RÉDUCTEUR PENDANT LE RAFFINAGE.

A propos des expériences de M. AIMÉ GIRARD sur l'influence qu'aurait le sucre réducteur sur le saccharose pendant le raffinage,

je viens dans ces quelques lignes vous faire part de ce que la pratique m'a appris sur cette influence. Comme vous le verrez, ces faits ne s'accordent pas bien avec les conclusions auxquelles est arrivé M. GIRARD.

Quoique j'aie souvent fait une étude spéciale de ce point, je n'ai jamais pu constater une augmentation quelque peu importante de la quantité du sucre réducteur, tant que le raffinage se faisait dans les conditions d'un travail régulier. A moins de maintenir les solutions dans un état d'alcalinité excessif il se forme toujours une petite quantité de sucre réducteur, même en ne travaillant que des sucres de betterave, qui n'en contiennent point, mais jamais je n'ai pu constater que cette formation soit plus forte en raison de la proportion plus grande de sucre réducteur que contiennent les sucres bruts employés.

Pour démontrer plus directement que la transformation dont parle M. GIRARD ne peut avoir l'importance qu'il lui attribue, je vais donner quelques chiffres, qui démontrent clairement qu'il faut des preuves plus concluantes que celles que donne M. GIRARD pour mettre hors de doute l'influence nuisible du sucre réducteur.

Dans une raffinerie travaillant des mélanges de sucre Java et de sucre de betterave, on analysait chaque semaine les différentes clairces, en déterminant principalement les quantités de sucre réducteur et de cendres sur 100 parties de saccharose. Le tableau suivant donne les moyennes des résultats obtenus pendant les deux trimestres Janvier—Mars et Octobre—Decembre 1873.

	JANVIER—MARS			OCTOBRE—DECEMBRE		
	sur 100 part. de saccharose.		sur 1 cendres sucre réduct.	sur 100 part. de saccharose		sur 1 cendres sucre réduct.
	sucre réduct.	cendres.		sucre réduct.	cendres.	
Clairce pour pains	5,67	1,56	3,64	11,27	1,65	6,83
〃 〃 lumps	15,05	4,56	3,30	20,77	3,58	5,80
〃 〃 bâtardes	28,13	9,43	2,98	51,57	9,10	5,67

Pendant ces périodes on travaillait de manière que le sirop des pains donnait la clairce pour lumps, et le sirop provenant de ceux-ci donnait la clairce pour bâtardes, sans qu'il y eût addition de sucre ou de sirops étrangers. Si donc il y avait eu formation de sucre réducteur pendant le travail, la proportion de cette substance par rapport aux cendres aurait dû devenir plus forte. Il résulte au contraire des chiffres cités, que la quantité de sucre réducteur s'est plutôt réduite.

Amsterdam, 29 Juin 1877.

L. SERRURIER.

RAPPORT

UITGEBRACHT EN VASTGESTELD

IN DE

ZITTING VAN 30 JUNI 1877.

Ter voldoening aan den last haar opgedragen in de Afdeelings-Vergadering van 30 Dec. 1876 heeft uwe Commissie de eer u voor te stellen, dat aan Z. Exc. den Minister van Binnenl. Zaken in antwoord op de missive van 13 Dec. 1876, N°. 58, Afdeeling IX Med. Politie, zal worden medegedeeld het hieronder volgende:

Uwe Excellentie heeft in de missive van 13 Dec. 1876, N°. 58, Afdeeling IX, Med. Politie aan de Natuurk. Afd. der Kon. Akad. v. Wetensch. de volgende twee vragen voorgelegd en haar verzocht die volgens den tegenwoordigen stand der wetenschap te beantwoorden.

Die vragen luiden:

1°. Welke zijn de eigenschappen, die de schadelijkheid bepalen voor de openbare gezondheid van het vuil van organischen oorsprong, dat in de steden wordt voortgebracht?

2°. In welke mate en in welke richting worden die eigenschappen gewijzigd onder de natuurlijke invloeden en de bewerkingen, aan welke dat vuil tijdens de voortbrenging, verzameling en verwijdering blootgesteld is?

De aanleiding daartoe was, blijkens den aanhef van Uwer Excellentie's missive, een wensch geuit door den Burgemeester van Amsterdam. Sedert jaren toch wordt er door

de besturen van de voornaamste gemeenten des Rijks gezocht naar de beste wijze om die gemeenten, vooral met het oog op de eischen der volksgezondheid, van de daarin voortgebrachte vuilnis te ontdoen, en omdat er over de middelen om daartoe op de meest doeltreffende wijze te geraken, groote strijd bestaat, was de Burgemeester van Amsterdam van oordeel, dat eerst de wetenschappelijke vragen, die de zaak beheerschen, aan een grondig onderzoek onderworpen en zoo mogelijk beantwoord moesten worden.

De Natuurk. Afd. der Kon. Akad. van Wet. acht het in de eerste plaats noodig uit te spreken, dat zij het zeer toejuicht, dat Uwe Exc. heeft goed gevonden den wensch van den Burgemeester van Amsterdam te beperken tot de beantwoording volgens den tegenwoordigen stand der wetenschap van twee in Uw. Exc. missive geformuleerde vragen. Naar haar oordeel kan een onderzoek als het bedoelde niet die uitkomsten opleveren, die blijkbaar daarvan worden verwacht, omdat de kwestie van te grooten omvang is. Tot haar leedwezen ziet zij zich intusschen genoodzaakt tot de verklaring, dat ook de beantwoording der twee door Uwe Exc. gestelde vragen niet bevredigend zijn kan. Op het gebied, dat hier moet worden betreden, is niets met volkomene zekerheid bekend en mist men den vasten grond, waarop een wetenschappelijke uitspraak rusten moet. De Natuurk Afd. is evenwel van oordeel zich aan de haar opgedragen taak niet te mogen onttrekken en zij hoopt duidelijk aan te toonen, waarom vooralsnog de wetenschappelijke beantwoording dier vragen onmogelijk is en een daartoe opzettelijk in het werk gesteld onderzoek niet spoedig voldoende vrucht opleveren kan.

Sints langen tijd is zeer algemeen de overtuiging gevestigd, dat vuilnis van organischen oorsprong nadeel aan de volksgezondheid kan toebrengen en al ontbreken daarvoor de afdoende, streng wetenschappelijke bewijzen, zeer zeker mag niet worden voorbijgezien, dat ook het bewijs voor de onschadelijkheid niet te leveren is, en dat vele waarnemingen kunnen worden aangevoerd, die sterk voor de heerschende zienswijze spreken.

Die schadelijkheid kan natuurlijk slechts op het voorkomen van nadeelige bestanddeelen in de vuilnis berusten, die daaruit

in het menschelijk lichaam overgaan. Bij fijne verdeeling der drooge vuilnis kan dat in vorm van stof geschieden, terwijl bij aanraking der vuilnis met water zoowel opgeloste als onopgeloste bestanddeelen met het water kunnen worden opgenomen.

Van welken aard die bestanddeelen zijn, is voorloopig nog volkomen onbekend. Afgezien van de mogelijkheid, dat kiemen van parasieten, bijvoorbeeld ingewandswormen, in de vuilnis aanwezig kunnen zijn en daaruit langs dezen of genen weg in het organisme kunnen overgaan, om daar zekere ziekteverschijnselen op te wekken, weet men omtrent het verband, dat tusschen vuilnis van organischen oorsprong en het optreden van verscheidene endemische en epidemische ziekten wordt vermoed, weinig met zekerheid. Het ontstaan der meeste ziekten, — en dat geldt ook voor de meeste der zoogenaamde besmettelijke, — ligt nog te zeer in het duister en zeker heeft men nog geen recht bepaalde stoffen of vormen als ziekteoorzaken daarvoor aan te wijzen. Wil men, zooals veelal geschiedt, voor sommige der besmettelijke ziekten, zooals voor typhus, voor dysenterie en voor cholera aannemen, dat haar ontstaan en hare verspreiding afhankelijk zijn van bepaalde stoffen in de vuilnis aanwezig, dan blijft natuurlijk nog de vraag te beantwoorden of die ondersteldе smetstoffen uitsluitend van de lijders of hunne uitwerpselen afkomstig zijn, dan wel of zij zich in de vuilnis kunnen ontwikkelen gedurende het proces van ontbinding, waaraan elke organische stof onderhevig is. In geen dier gevallen kon men tot nog toe tot een beslissing komen en zeker moet de uitspraak van hen lichtvaardig en voorbarig heeten, die in 't algemeen in bacteriën, welke zich in organische, in ontbinding verkeerende stoffen ontwikkelen, de kiemen voor besmettelijke ziekten meenen te mogen zien, — een voorstelling, die desniettegenstaande vrij algemeen ingang gevonden heeft.

Het grootste gevaar wordt meestal gevreesd van de ontbinding, waarin vuilnis van organischen oorsprong, zooals elke andere organische stof, verkeeren kan. Bij ruime toetreding van lucht leidt de ontleding van organische stoffen langzaam tot schier volkomen oxydatie, zoodat in vasten vorm ten slotte niets of slechts weinig doorgaans zeer koolstofrijke materie overblijft.

Dit proces van vertering (Verwesung) of voortschrijdende oxydatie, wordt bij afwezigheid of bij onvoldoenden toevoer van zuurstof door een ander proces, dat der rotting, vervangen, waarbij de vorming van reductie-producten op den voorgrond staat. De rotting kenmerkt zich door stank, die van de reductie-processen, waarbij zich o. a. zwavelwaterstofgas gaat vormen, afhangt en zij is buitendien steeds vergezeld van de ontwikkeling van organismen, die tot de laagste ons bekende soorten behooren. Zonder de ontwikkeling dezer organismen verloopt geen rotting, zooals blijkt uit het feit, dat organische stof niet rot, zoo de daarin voorkomende organismen worden gedood en het uit de lucht indringen van kiemen voorkomen wordt. In een beperkte hoeveelheid organische stof houdt de rotting een zekeren tijd aan, waarvan de duur afhankelijk is van de hoeveelheid en den aard der gegeven zelfstandigheid, het watergehalte, de temperatuur en van de mate, waarin de lucht toetreden kan. Bij ruime toetreding van lucht maakt het proces der rotting voor dat der vertering plaats, zooals uit de proefnemingen van LAUTH met het Parijsche rioolwater duidelijk gebleken is, en wordt door oxydatie de ontleding der organische stof voltooid.

De tot nog toe verkregen kennis ten aanzien van de producten, die door rotting van plantaardige en dierlijke stoffen ontstaan, is in vele opzichten zeer gebrekkig. Een tal van gasvormige, vloeibare en vaste stoffen, die zich daarbij vormen, zijn voldoende bekend, maar ten aanzien van sommige andere rottings-producten, en o. a. omtrent diegene, die den eigenaardigen stank van rottende dierlijke lichamen veroorzaken, verkeert men geheel in onzekerheid. Men is maar al te dikwijls geneigd, datgene wat de zintuigen onaangenaam aandoet, als schadelijk aan te merken, en vestigt daarom de aandacht dikwijls het eerst op de gasvormige producten, die bij de rotting ontstaan. Ofschoon het nu genoeg bekend is, dat sommige van deze stoffen, zooals zwavelwaterstof, bij groote hoeveelheid in de longen gebracht als wezenlijke vergiften werken, en zelfs met veel lucht verdund op den duur nog een nadeeligen invloed op de gezondheid kunnen uitoefenen, zoo ligt in deze meer onmiddellijk merkbare, vluchtige scheikundige verbindingen waarschijnlijk niet het grootste gevaar, dat men van rottende organische

stoffen te wachten heeft. Van vluchtige, door den reuk niet waarneembare, schadelijke stoffen is tot dusverre niets bekend.

Veeleer zijn daarentegen zekere niet vluchtige rottingsproducten te vreezen, die door de omzetting van eiwitachtige lichamen kunnen ontstaan en die, door geen bepaalden reuk of andere onmiddellijk in het oog vallende eigenschappen gekenmerkt, met de zwaarste plantenvergiften kunnen wedijveren. Aan PANUM komt de eer toe, het bestaan daarvan buiten allen twijfel te hebben gesteld. Het gelukte hem uit rottend vleesch onder het gebruik van stoffen, waaraan bacteriën en andere organismen geen weerstand kunnen bieden, eene zelfstandigheid af te zonderen, die wat de kleinheid der doodelijke gift betreft, met dergelijke stoffen als curare en slangenvergif overeenkomt, en die in het bloed gebracht, spoedig den dood tengevolge heeft.

Toonen deze proeven aan, dat de mogelijkheid der vorming van *vergiftige, scheikundige verbindingen* bij de rotting van eiwitachtige stoffen boven allen twijfel is verheven, dan doet zich van zelf de vraag voor of daar, waar rottings-producten ten slotte in het water van rivieren, grachten en wellen worden afgevoerd, dit laatste daardoor niet voor de gezondheid schadelijk worden kan.

Dat er eenige grond voor die meening bestaat, kan niet ontkend worden. Sommige wateren, zooals die van Rotterdam, zijn wegens hunne nadeelige werking bekend, en daaraan kan de schadelijke eigenschap worden ontnomen door het klaren en zuiveren met ijzer-chloride. Het neerslag, dat zich daarbij vormt en dat hoofdzakelijk uit ferri-hydroxyde bestaat, bevat dus datgene wat het water schadelijk maakte. Uit het onderzoek van het neerslag blijkt, dat daarin veel stikstof voorkomt, en de uiterst stinkende producten, die zich bij verhitting van het neerslag ontwikkelen, leveren het bewijs, dat uit het water afkomstige organische stoffen daarin voorhanden zijn.

Tot nog toe is omtrent de scheikundige zamenstelling der bedoelde organische verbindingen niets bekend, en de moeilijkheid van het onderzoek kan genoegzaam daaruit blijken, dat de pogingen van zoo vele onderzoekers ons niet verder hebben gebracht, dan tot de kennis, dat zich bij de rotting van eiwitachtige stoffen vergiftige, scheikundige verbindingen kunnen vormen.

Voorts hebben wij te vragen, of er grond is om aan te nemen, dat bijzondere soorten der in het vuil voorkomende bacteriën ziekteoorzaken kunnen zijn.

Ten opzichte van het miltvuur (pustula maligna), en misschien ook voor febris recurrens, heeft men het recht de afhankelijkheid der ziekte van het voorkomen van bepaalde vormen van bacteriën in het lichaam voor waarschijnlijk te houden. In het bloed van lijders aan febris recurrens, zijn namelijk door vele waarnemers herhaaldelijk zoogenaamde spirillen gevonden, die den naam van spirochaete Obermeieri hebben gekregen, en die groote overeenkomst vertoonden met de spirochaete door EHRENBERG reeds in het moeraswater ontdekt. Het onderzoek door KOCH in het werk gesteld, waarvan de resultaten door COHN werden bevestigd, gaf hun de overtuiging, dat voor het ontstaan van miltvuur een bepaalde soort van bacteriën, bacillus anthracis, wordt vereischt. Deze bacillus was trouwens van den in hooi-aftreksel voorkomenden bacillus subtilis niet te onderscheiden. Proeven van PAUL BERT hebben buitendien geleerd, dat bloed van dieren aan miltvuur lijdende, waarin de bacteridiën (DAVAINE) door zuurstof van hooge spanning zijn gedood, zijne vergiftige eigenschappen niet verloren heeft.

Het gewicht dier onderzoekingen zal zeker door niemand ontkend worden; vraagt men echter of de uitkomsten reeds die beteekenis bezitten, die daaraan is toegekend, dan moet worden toegegeven, dat eigenlijk slechts een hooge graad van waarschijnlijkheid en geenszins wetenschappelijke zekerheid verkregen is.

Nagenoeg alle onderzoekingen, die bacteriën of verwante microscopische organismen tot onderwerp hebben, zijn trouwens met buitengewone zwarigheden verbonden, die voornamelijk hun grond hebben in de minimale grootte, in het weerstand-biedend vermogen tegen allerlei invloeden en in de snelle vermenigvuldiging dier organismen. Daaraan is het dan ook te wijten, dat de tot nog toe verrichte onderzoekingen zoo weinig te vertrouwen uitkomsten hebben opgeleverd ten aanzien van het beweerde verband, dat er tusschen sommige besmettelijke ziekten en bepaalde vormen van bacteriën zou bestaan.

De meeste bacteriën zijn zoo klein, dat zij slechts met de sterkste vergrootingen onzer microscopen duidelijk kunnen gezien

worden. En zelfs dan vertoonen zij zich nog zoo uitermate klein, dat men hoogstens den vorm maar verder niets er aan onderscheiden kan. Hieruit ontspringen reeds tal van bezwaren.

In de eerste plaats wordt het dikwijls hoogst moeilijk, ja onmogelijk, om over de al of niet aanwezigheid van bacteriën in eenig medium, b. v. een droppel vloeistof, te beslissen. Immers wanneer daarin slechts weinige exemplaren voorhanden zijn, zullen deze ook aan de meest zorgvuldige microscopische waarneming kunnen en dikwijls moeten ontsnappen. Hierbij komt dat bacteriën, die zich niet levendig bewegen of vermeerderen, van levenlooze, ook anorganische deeltjes niet steeds met zekerheid kunnen onderscheiden worden, tenzij ze, wat lang niet altijd het geval is, in grooten getale, of tot karakteristieke groepen (b. v. gliacoccus, petalococcus) vereenigd, in het object aanwezig zijn. Een verder bezwaar, dat uit de minimale grootte voortspruit, is de onmogelijkheid om omtrent het al of niet bestaan van soortelijke verschillen zekerheid te verkrijgen. Het zal dikwijls onmogelijk zijn te beslissen of twee of meer onder dezelfde of verschillende voorwaarden waargenomen vormen identisch zijn of tot verschillende soorten behooren, te meer omdat het zoo goed als onmogelijk is, door onderzoekingen op geïsoleerde individu's — de eenige weg die tot volkomen zekerheid leiden kan — uit te maken, hoe de eene of andere vorm zich onder verschillende voorwaarden wijzigen, of wel ontwikkelen, kan.

Aangaande het weerstand-biedend vermogen der bacteriën tegenover schadelijke invloeden zal het voldoende zijn op twee punten te wijzen: den invloed van het uitdroogen en dien van het verhitten.

Evenals de meeste andere microscopische organismen, kunnen de bacteriën geheel en al verdroogen, als stofdeeltjes door de lucht worden medegevoerd en in dien toestand langen tijd — sommigen misschien vele jaren lang — levend of althans voor herleving vatbaar blijven. Inderdaad zijn, zooals o. a. PASTEUR en TYNDALL hebben bewezen, de nagenoeg onzichtbaar kleine stofdeeltjes, die overal in de lucht in menigte rondzweven, voor een goed deel dergelijke microscopische organismen, die, zoodra zij in een adaequaat vochtig medium geraken,

herleven. Ieder voorwerp, elke droppel vloeistof, die met lucht in aanraking is of — hoe kort ook — er mede in aanraking was, kan dientengevolge bedeeld zijn met genoemde wezens. Aangezien het nu meestal onmogelijk is te beletten, dat er lucht bij het object komt dat men op bacteriën wenscht te onderzoeken, of die lucht vóór het toetreden tot het object van organische kiemen te bevrijden (door haar b. v. te gloeien of door watten te filtreeren), zoo spreekt het van zelf, dat het soms onmogelijk zal zijn om, als er bacteriën gevonden worden, te beslissen, of deze reeds oorspronkelijk in het object voorhanden waren, of eerst door de lucht er bijgekomen zijn.

Velen hebben gemeend in het koken der praeparaten een even gemakkelijk als afdoend middel te bezitten om de misschien aanwezige bacteriën te dooden en zoodoende te elimineeren. Wat er na het koken levend gevonden werd, zoude dan later van buiten ingedrongen of, zoo dit niet mogelijk was, door abiogenesis ontstaan moeten zijn. Inderdaad heeft men nog onlangs in het verschijnen van levende bacteriën in afgesloten en daarna gekookte vloeistoffen een experimenteel bewijs voor het bestaan van abiogenesis willen zien. Het is evenwel een feit, dat verwarming gedurende korten tijd zelfs tot boven de kookhitte niet noodzakelijk alle bacteriën doodt.

Welke zwarigheden eindelijk uit het buitengewoon groot voortplantings-vermogen der bacteriën kunnen ontspringen, zal men begrijpen, wanneer men er aan denkt, dat onder gunstige voorwaarden uit eenige weinige exemplaren dier organismen binnen twee tot drie uren door herhaalde verdeeling millioenen van hunne gelijken kunnen ontstaan. Een oorspronkelijk van bacteriën vrije of langs den een of anderen weg van bacteriën bevrijde massa zal dus, al wordt zij slechts door een of weinige kiemen besmet, wat meestal niet te voorkomen is, na korten tijd eene groote menigte bacteriën kunnen vertoonen. Het gevaar zal zich dus dikwijls kunnen opdoen, massa's die in 't geheel geen levende bacteriën bevatten, voor zeer rijk daaraan te houden; hetgeen dan inderdaad ook reeds meer dan eens gebeurd is.

Neemt men in aanmerking, dat de hier opgesomde zwarigheden zich bij nagenoeg elk onderzoek allen tegelijk of achter-

volgens voordoen, dan is het niet noodig nog op de bijzondere moeilijkheden de aandacht te vestigen, die buitendien aan ieder bijzonder geval eigen zijn: ook zonder dat zal het geen verwondering baren, dat ons weten aangaande de bacteriën, en de rol die zij in de huishouding der organische natuur spelen, nog zoo weinig voldoende is.

Uit het medegedeelde blijkt eensdeels, dat door rotting van eiwitachtige stoffen, die in vuilnis van organischen oorsprong wel nimmer zullen ontbreken, schadelijke, scheikundige verbindingen zich kunnen vormen, en tevens dat er wellicht onder de laagste organismen eenige zijn, die met zekere ziekten in nader verband staan, maar anderdeels blijkt, dat de bestanddeelen, die de schadelijkheid bepalen voor de openbare gezondheid van het vuil van organischen oorsprong, dat in de steden wordt voortgebracht, niet nader bekend zijn en daaromtrent dus niets met zekerheid te zeggen is.

Op de eerste der twee door Uwe Excellentie gestelde vragen kan dus geen bevredigend antwoord worden gegeven, en de Nat. Afd. der Kon. Akad. v. Wetensch. vertrouwt, dat ook voldoende gebleken zal zijn, waarom een onderzoek, zooals dat door den Burgem. van Amsterdam gewenscht werd, niet de vruchten kan afwerpen, die men daarvan verwacht.

De praktijk verlangt een duidelijk voorschrift, dat op wetenschappelijke gronden steunt, maar daarvoor is een volledige kennis noodig van alle verschijnselen, die met de zaak in verband staan. Die volledige kennis kan hier, zooals op elk ander gebied, slechts door nauwgezet en volhardend onderzoek worden verkregen. Daarvoor is in de eerste plaats noodig het stellen van scherp geformuleerde vragen van geringen omvang, die voor beantwoording vatbaar zijn. Die weg is lang, maar het is de eenige, die zeker tot het doel leidt. Om slechts één enkel punt tot klaarheid te brengen, zal allicht het werk van jaren worden vereischt. Zoo werden door KOCH aan het onderzoek omtrent het miltvuur, waarbij ten slotte toch slechts een hooge graad van waarschijnlijkheid en geen zekerheid verkregen werd, verscheidene jaren besteed.

Kan nu op de eerste vraag slechts een onvolledig antwoord

worden gegeven, dan kan ook op de tweede vraag geen bevredigend antwoord worden verwacht.

Om te weten in welke mate en in welke richting de schadelijke eigenschappen van organische vuilnis worden gewijzigd onder de natuurlijke invloeden en de bewerkingen, waaraan die vuilnis tijdens de voortbrenging, verzameling en verwijdering blootgesteld is, zou men de bestanddeelen waarop het aankomt, eerst moeten kennen.

De onderzoekingen omtrent de waarneembare veranderingen, die vuilnis van organischen oorsprong ondergaat, hetzij bij blootstelling aan de lucht, hetzij bij vermenging met andere stoffen, zijn nog vrij onvolledig. Al ziet men bij toevoeging van desinfecteerende middelen, zooals carbolzuur, de rotting ophouden, de lagere organismen sterven en den stank verdwijnen, al weet men dat na vermenging van rottende zelfstandigheden met poreuze stoffen, zooals koolpoeder of bouwaarde, geen stank meer wordt waargenomen, en dat dan bij aanraking met water en lucht eene langzame vertering der organische stof zonder verdere rotting tot stand komt, zoo mag men daaraan toch nog volstrekt niet het recht ontleenen tot de uitspraak, dat alle nadeelige bestanddeelen, die in de vuilnis aanwezig waren, daardoor hunne schadelijkheid zouden verliezen. Het ophouden der voor onze zintuigen hinderlijke verschijnselen van rotting mag ons niet misleiden. Sommige der schadelijke rottings-producten bieden zelfs tegen sterke scheikundige reagentia weerstand, en worden ook door verhitting niet vernietigd, zooals dat uit het straks vermelde onderzoek van PANUM opnieuw gebleken is, en omtrent de smetstoffen van contagieuze ziekten weten wij, dat enkele hare werkzaamheid zeer spoedig verliezen, terwijl andere jaren lang werkzaam kunnen blijven.

De Nat. Afd. der Kon. Akad. van Wetensch. heeft het noodig geacht er met nadruk op te wijzen, dat de oplossing der ingewikkelde en omvangrijke kwestie niet door één opzettelijk daartoe in het werk gesteld onderzoek kan worden bemachtigd. Het ligt echter geenszins in hare bedoeling om van onderzoekingen op dit gebied in den straks genoemden zin af te houden. Zij zou integendeel veeleer daartoe willen opwekken, en zou het gaarne zien, indien de Regeering alle haar ten dienste staande

middelen wilde aanwenden om dergelijk onderzoek te bevorderen. De wetenschap zoowel als de volksgezondheid zouden daardoor gebaat worden, want de vruchten, die men er van hopen mag, mogen langzaam rijpen, uitblijven zullen zij niet.

Ten slotte voelt zich de Afdeeling nog gedrongen op te merken, dat het gebrekkige onzer kennis van „de eigenschappen „die de schadelijkheid bepalen van het vuil van organischen oorsprong" geenszins tot zorgeloosheid en werkeloosheid leiden mag. De wetenschap moge nog weinig licht geven omtrent den aard der schadelijke stoffen, nog niet kunnen ophelderen *hoe* daardoor ziekten ontstaan — *dat* organische vuilnis, van welken oorsprong ook, gevaarlijk voor de gezondheid worden kan, mag niet worden betwijfeld.

Daaruit vloeit van zelf voort, dat in het belang der volksgezondheid er voor gezorgd moet worden, dat geen mogelijk schadelijke bestanddeelen der vuilnis, hetzij door de lucht, hetzij met voedsels of dranken, in het menschelijk lichaam geraken.

De Commissie voornoemd:

J. ZEEMAN, *President.*
TH. W. ENGELMANN.
TH. H. MAC GILLAVRY.
J. W. GUNNING.
W. KOSTER.
A. C. OUDEMANS JR.
W. F. R. SURINGAR.
T. PLACE, *Secretaris.*

DERDE MEDEDEELING

OMTRENT DE

AFRIKAANSCHE PIJL-VERGIFTEN.

DOOR

A. W. M. VAN HASSELT.

Van ouds tot in onze dagen wordt dikwijls gesproken van vergiftigde „wapenen", dolken, krissen, lansen, enz. Het bestaan daarvan is volstrekt niet onmogelijk, doch mij zijn vergiften, aan tal van bovengenoemde wapenen toegeschreven, nimmer, dan met éénе uitzondering, eener Dajak'sche lans, gebleken voor te komen. Een dolk- of kris-stoot is, even als een wel aangebrachte lans-steek, op zich zelve veelal reeds voldoende, om levensgevaarlijke verwonding daar te stellen; vergift kan hier als overbodig worden geacht, en zoude, aan snijdende, scherpe werktuigen, ook veel te gevaarlijk zijn voor den, deels naakten, wapendrager zelven, even als voor diens bevriende omgeving.

Pijlen daarentegen, in goed gesloten of diepe kokers voorzichtig bewaard, werden, van de vroegste eeuwen af tot nog op dezen tijd, zeer dikwijls met vergift mengsels van velerlei aard bedeeld. Inzonderheid van die kleinere soorten, welke uit roeren worden geblazen, zoo in de oude als in de nieuwe wereld, vooral Azië en Zuid-Amerika, is onze kennis ver gevorderd en wordt daaraan althans, in de laatste jaren, schier niets nieuws toegevoegd. De moederplanten, de wijze van bereiding, de scheikundige beginselen, de toxicologische werkingswijze van

dezen, van de z. g. *blaaspijltjes*, — in onze Oost-Indiën met oepas radja of oepas antsjar, in de binnenlanden van Guyana en Brazilië met curare bestreken, — zijn thans vrij algemeen bekend. Langen tijd scheen het mij zelfs, dat deze, in onze eeuw, de eenige soort van vergiftigde wapenen uitmaakten, en dat zij als het ware de vergiftigde *boogpijlen* der Ouden geheel hadden verdrongen. Het nog voortbestaan der laatstgenoemden echter bleek mij, vele jaren herwaarts, het allereerst voor Zuid-Amerika, van waar ik, van den Offic. v. Gez. PETERS, der marine, eenige met „woorara" (*curare*) dik bestreken boogpijlen verkreeg, gewone pijlen, doch bij sommigen voorzien met losse punten, vervaardigd uit den met fijne weêrhaken voorzienen staart-stekel der *Raja* (*Trygon*) *pastinaca* L. Sommige Indiaansche stammen zouden dergelijke, ook in hunne onderlinge oorlogen hebben gebezigd, er een „zevental" van afschietende, alvorens handgemeen te worden. Tot in 1858 vernam noch las ik verder niets anders over gift-boogpijlen. De Offic. v. Gez. der marine MOERLANT leerde mij toen het voorkomen daarvan ook op de Poggi-eilanden kennen, ten volgenden jare, na de catastrophe van eenigen onzer schepelingen, zoo moedig bevestigd door den Offic. v. Gez. der marine, VERNHOUT, voor de Mentaweh-eilanden, beiden langs de Zuidwestkust van Sumatra gelegen. In Deel VIII en XI van de *Verslagen der Akademie* heb ik destijds daarover twee mededeelingen gegeven. Deze pijlen waren hoogst eenvoudig van vorm, mede met losse, houten, spitsen, en bleken mij *oepas antsjar*-houdend te zijn. Hierop verliepen elf jaren, voor dat ik iets meer over het gebruik van boog-pijlen te weten kwam, sedert uitsluitend uit Afrika, in welk werelddeel, bij bevreemdende tegenstelling, *geene* vergiftige blaas-pijlen schijnen te worden gebruikt. In 1870, namelijk, ontving ik van den heer BRIEDÉ, uit de Kaap de Goede Hoop, vergiftigde boogpijlen der *Bosjesmans* uit de Kaapsche binnenlanden, omstreken der Hartebeestrivier. Het waren rieten pijlen, weder met losse, driehoekige, doch ijzeren punten. Het vergift was uitgestreken op het riet, niet op het ijzer. Ik ontdekte toen, bij toeval, dat dergelijken, voor Hottentotten uit den omtrek der Oranje-rivier, reeds veel vroeger, in 1832, door een' Hoogduitschen reiziger, KREBS, waren gezien en door zijn' broeder

afgebeeld en onderzocht. Diens onderzoekingen, voor zijn' tijd niet onverdienstelijk, werden nu door den heer KOOIJKER en mij aangevuld, en kwamen wij tot de ontdekking, dat het pijlvergift der Bosjesmans tot de *hartvergiften* behoort, wier werkingswijze met die der *antiarine* de grootste overeenkomst vertoont. Daarover gaf ik eene Bijdrage in de 2de reeks onzer *Verslagen en Mededeelingen*, Deel VI. Kort daarop ontving ik een beleefd schrijven van den heer FRASER, uit Edinburgh, waaruit mij bleek, dat hij, iets vroeger, meer uitvoerige proeven in het werk had gesteld, met zeer analoge Afrikaansche Neger-pijlvergiften uit Kombé en Zanzibar (West- en Oost-Afrika), die insgelijks bleken als sterke z. g. „Herzgifte" werkzaam te zijn. Daarenboven deed hij de belangrijke ontdekking van de moederplant dezer pijlvergiften, t. w. den *Strophanthus Kombé* OLIVER. Verdere bijzonderheden dienaangaande had ik de eer, aan de Akademie te doen kennen door eene Tweede mededeeling in onze *Verslagen*, 2de reeks, Deel VII, verschenen in 1873. Sedert dat jaar kwam mij verder over dit onderwerp niets ter oore.

Het was in het begin dezes jaars, dat ik het voorregt had, van den heer F. W. VAN EEDEN, secretaris der *Nederlandsche Maatschappij tot bevordering van nijverheid*, te Haarlem, een pijl koker met vergiftigde Afrikaansche boog pijlen, ter fine van onderzoek en berigt, te mogen ontvangen. Deze waren afkomstig uit eene andere streek van Zuid-Afrika. Z.Ed. schreef mij, deze voorwerpen, onder andere bijdragen voor het Koloniaal Museum te dier stede, te hebben gekregen van zijnen zwager, den heer N. J. VAN WARMELO, predikant te Heidelberg in de (nu helaas! wijlen) *Transvaalsche* Republiek. Deze had ze op zijne beurt ten geschenke van den heer PAUL MAREE, mede daar te lande gevestigd.

Deze toezending was oorspronkelijk verkregen van een *Kaffer*-stam, in den omtrek der genoemde Zuid-Afrikaansche „Vrij"-Staat levende, misschien wel van de tegenwoordig zoo berucht geworden oorlogzuchtige *Zoeloe*-Kaffers.

Zij boezemde mij des te meer hooge belangstelling in, dewijl ik in eene mijner vorige mededeelingen over de Afrikaansche pijl-vergiften gemeend had, te mogen uitspreken, „dat de *Kaffer*-

"stammen, in de Kustlanden van Afrika, er geen gebruik meer "van schenen te maken." Ik had gelezen, dat deze, meer ontwikkeld, ze niet meer bezigden, maar geheel aan de nog meer verwilderde Hottentotten der binnenlanden overlieten, die niet, zoo als zij, van de Engelschen, geweren genoeg ten gebruike ontvingen. Waarschijnlijk verkiezen de Kaffers de laatsten dan ook, in den regel, tegenwoordig voor oorlogs-gebruik, althans in hunne onlangs beschreven gevechten met de „Boërs", werd wel gewag gemaakt van doodelijke geschoten wonden, niet van pijlverwondingen.

Bijzonderheden omtrent botanische afkomst en bereidingswijze van dit pijl-vergift ontbraken; ik moest mij alzoo weder tot het onderzoek der toegezonden voorwerpen zelven bepalen, die mij intusschen hoogst welkom waren, zoodat ik gaarne deze gelegenheid aangrijp, den geachten en voor natuuronderzoek der tropische gewesten zoo volijverigen geleerde mijnen besten dank, ook hier, te betuigen.

1°. De *pijlkoker.*

Bewaren de Bosjesmans hunne giftige boogpijlen in gewone kokers, uit dikke plantenstengels vervaardigd, — onder anderen die van *Aloë dichotoma*, misschien deswegens wel eens "kokerboom" genoemd —, de onderzochte Kaffer-pijlen waren bevat in een' langwerpigen zak van dieren-huid. Oppervlakkig heeft deze in kleur en beharing veel van herten-huid, doch, naar ik meen, wordt het eigenlijk gezegde geslacht *Cervus* niet in Afrika aangetroffen. Meer vermoedelijk zal dus deze pijlkoker afkomstig zijn van het vel der eene of andere *Antilope*-soort (oreas, euchore, strepsiceros of anderen), wier huidkleur althans min of meer overeenkomst heeft met die aan dezen koker waar te nemen. Van boven is er in den vorm eener lis, een riem aan bevestigd, met welke hij, — even als die der Bosjesmans, — waarschijnlijk over den linker schouder wordt opgehangen.

2°. De *pijlen.*

Deze Kaffer-pijlen, van bijna 1 Ned. el lengte, zijn uit twee stukken zamengesteld. Het onderstuk, bestaande uit eene stevige riet soort, meet gemiddeld ruim 70 centimeters. Dit bezit aan het beneden-einde eene inkeeping en eene ligte veder-

bekleeding. Het boven-einde is hol en draagt het opzetstuk, de pijl-spits, zeer vast daaraan bevestigd, Dit boven-stuk is geheel van zwaar, rolrond ijzer en heeft eene lengte van ruim 20 centimeters. Naar voren eindigt de cylinder in eene verbreede, lancet-vormige, twee-snijdende punt, met twee lange, zware weerhaken. De ijzeren, mes-vormige spits zit hier dus vast aan het lichaam der staaf of schacht en is niet los ingevoegd, zoo als het driehoekig stuk ijzer, boven aan de houten Bosjesmans-pijlen ingekeept. De eenigzins roestige punt schijnt, reeds op het eerste gezicht, niet met vergiftmassa bestreken te zijn, doch deze bevindt zich, in des te ruimer mate, rondom den cylinder-vormigen schaft, in eene dikke laag, over de geheele lengte tot aan het rieten onderstuk.

3°. Het *pijl-vergift*

Dit is van eene geel-bruine kleur, echter minder donker of zwartachtig dan dat der Bosjesmans. Het is uitwendig eene harde, eenigzins ruwe, als korrelachtige stof, met het aanzien van gedroogde klei. Zeer moeielijk af te schrapen, moet het met kracht van het ijzer worden afgesneden, zijnde de vergiftmassa zeer vast en taai, als van eene harde gomhars. LICHTENSTEIN heeft dan ook reeds aangegeven, althans voor de Hottentotten of Bosjesmans, dat die bij de bereiding van hun pijlvergift een ruim gebruik maken van het latex van onderscheidene *Euphorbia*-soorten. Hiermede overeenstemmend, neemt de afgeschrapte massa, bij bevochtiging met water, een half lactesceerend of geleiachtig voorkomen aan. Voor scheikundig onderzoek was geene voldoende hoeveelheid, na het verbruik voor de dierproeven, overgebleven.

Onder de vergiftigde boog-pijlen mij vroeger bekend, zoo die der Indianen en der Pogginezen, als die der Bosjesmans, zag ik er geen die zulk een gevaarlijk wapen daarstellen, als deze Kaffer-pijlen. Niet alleen omdat zij, om zoo te zeggen, van veel zwaarder kaliber zijn en daardoor een grooter indringingsvermogen bezitten, ook niet omdat zij zoo buitengemeen rijk bedeeld zijn met vergiftmassa, maar vooral om de inrichting van het bovenstuk. Dit toch heeft geene afzonderlijke, losse spits, — die, in den regel, bij de overigen, insgelijks weinig of niet met het pijl-vergif is bestreken en dus veel minder gevaarlijk is bij

het terugblijven in de wonde, terwijl de bij allen rijkelijk daarmede bedeelde pijl-schachten zelve gemakkelijk terstond kunnen worden uitgetrokken, — maar vormt, van onder de punt tot aan het onderstuk, één zwaar vergiftigd ijzeren geheel, dat, wegens de lange en breede weerhaken, niet uit de wonde kan worden verwijderd. Ofschoon ook elders in Afrika de vergiftigde boog-pijlen zeer veelvuldig, hier en daar zelfs uitsluitend, gezegd worden tot jagt-gebruik te dienen, op antilópen, giraffen, olifanten, enz., — waarbij de pijl dit voordeel heeft boven de vuurwapenen, dat zij geen doordringend geluid maakt, — beschouw ik de onderhavige Kaffer-pijlen dan ook meer bepaald als voor oorlogs-gebruik bestemd. De gewezen Hollandsche „Boërs" mogen van geluk spreken; daarmede, in hunnen jongsten oorlog met de Kaffers onder SECOENOENI, geene kennis te hebben gemaakt.

Verder heeft het onderzoek dezer Kaffer-pijlen mij van eene oude dwaling omtrent dit onderwerp, althans ten deele, genezen. Tot hiertoe hadden alle nasporingen mij geleerd, dat pijlvergiften *niet* voorkwamen aan *ijzeren* oorlogs- of jagt-wapenen der tropische landen. Steeds had ik, te vergeefs, beproefd, door zoodanigen vergiftigings-verschijnselen op te wekken. Ook theoretisch meende ik, dat, al werden die er aanvankelijk mede bedeeld, zij die spoedig moesten verliezen. Het pijl-vergift kon bezwaarlijk blijvend aan 't metaal kleven; dit moest door het water en de plantenzuren spoedig worden aangegrepen; met het gevormde ijzer- of koper-roest moest dan het vergift weldra van de metalen onderlaag afbladeren. De onderzochte Kaffer-pijlen nu schenen eene bepaalde uitzondering op dezen regel te maken. Hoewel, als altijd, de ijzeren punt geen vergift scheen te dragen, bevond zich dit, — en wel zeer vast aangehecht, zonder eenige neiging tot afschilfering, — rondom den daarmede verbonden ijzeren pijl-schacht, in volkomen geconserveerden staat, even goed als men het anders op hout, bamboes, of vischgraat, na jaren, aangekleefd vindt. Bijna echter had ik hier eene voor dit vraagstuk hoogst opmerkingswaardige bijzonderheid over het hoofd gezien. Eerst bij het behandelen van het laatste exemplaar dezer pijlen, waarvan ik nog een weinig pijl-vergift afschraapte, om dit afzonderlijk te bewaren, ontdekte ik, dat de

praktijk der Kaffers, onbewust, in harmonie bleek te zijn met de theorie der wetenschap. Ik bevond, namelijk, dat de onmiddellijke aanraking van het pijl-vergift met de ijzeren pijlschacht door hen was voorkomen door het omwikkelen van de laatste, in spiraalvormige gangen, met smalle reepjes eener plantaardige onderlaag, van bast-vezelen en draden, als tusschenstof tusschen het vergift en het metaal!

4°. Het *toxicologisch* onderzoek.

Persoonlijk niet meer in de gelegenheid gesteld, de daarvoor noodige dierproeven te bewerkstelligen, heb ik den heer Dr. VAN BRAAM HOUCKGEEST, Offic. v. Gez. der 1e kl., bij het onderwijs der militaire studenten te Amsterdam, verzocht, dit onderzoek voor mij te willen verrichten. Z.Ed. heeft de bereidwilligheid gehad, daartoe, in het Physiologisch Laboratorium van het Athenaeum Illustre, terstond over te gaan, en het is aan zijn' talentvollen arbeid — waarvoor hem ook bij deze gelegenheid mijne bijzondere erkentelijkheid wordt toegebracht —, te danken, dat ik mij in staat zie gesteld, eene zeker niet onbelangrijke bijdrage over de *physiologische* werkingswijze van het Kaffer pijl-vergift in mijne mededeeling te kunnen opnemen. In deze wensch ik mij slechts tot de algemeene uitkomsten te bepalen, daar de heer VAN BRAAM zich heeft voorgesteld, verdere bijzonderheden zelf te publiceeren in het *Nederlandsch militair geneeskundig Archief* voor 1877.

Met uitzondering van een tweetal proeven op konijnen, — die de overigens op kikvorschen verkregen resultaten, in de hoofdzaak, schenen te bevestigen — werden de laatstgenoemden uitsluitend als proef-dieren verkozen en werd het experimenteel onderzoek, op grond der bestaande antecedenten, voornamelijk op het *hart* gerigt.

De lancetvormige pijlspits zelve vertoonde geene toxische werking, die zich des te krachtiger openbaarde bij het aanbrengen der geel-bruine massa, die beneden deze, over de geheele ijzeren pijl-schacht was uitgestreken.

Deze werd afgeschraapt, in eene zeer slappe keukenzout-oplossing geweekt en werden eenige droppels der aldus verkregen, somtijds vooraf gefiltreerde, solutie, op verschillende wijzen aangebracht, nadat het hart vooraf op de gewone wijze voorzichtig

was blootgelegd. Ter vergelijkende contrôle geschiedde dit laatste telkenmale ook op niet vergiftigde dieren van evenredige grootte en kracht.

Terwijl bij de laatsten geene afwijkingen werden waargenomen en de hartslagen uren lang onveranderd bleven, begon het hart, bij de vergiftigde dieren, na onderhuidsche aanwending van zeer geringe doses, vrij geregeld, reeds na verloop van 10 minuten ongeveer, te worden aangedaan en stond het, gemiddeld na verloop van $\frac{1}{2}$ uur, in kamer-*systole*, — althans met bloedledige ventrikels, — doch bij nog gevulde sinus, — stil. Na eene inspuiting eener iets grootere hoeveelheid direkt in de holte van het hart werd eens reeds na 4 minuten volkomen stilstand verkregen. Bij andere kikvorschen werd het hart uitgepraepareerd en in een horologie-glas met pijl-vergif-oplossing ondergedompeld. Ook dan volgde een overeenkomstig resultaat, doch betrekkelijk iets later dan bij de vergiftiging onder de huid.

In alle gevallen werd de normale rhythmische opeenvolging der bewegings-perioden van de verschillende gedeelten van het hart (ventrikels en sinus) zeer spoedig verbroken, en namen de zamentrekkingen der hartekamers spoediger af dan die der boezems. De laatsten werkten standvastig nog eenigen tijd, meer of minder volkomen, door, nadat de eersten reeds geheel tot rust waren geraakt. Onmiddellijk na volkomen spontanen stilstand, werden mechanische prikkels of inductiestroomen, hetzij op de ventrikels, hetzij op de sinus, aangebracht en bleek daarbij, dat, — met eenig verschil naar de grootere of kleinere doses, en naar den korteren of langeren duur der eindwerking, ten nadeele van de laatstgenoemde factoren, — nog gedurende eenige seconden of minuten, hoogstens bijna 2 minuten, wel is waar weldra in intensiteit verzwakkende, maar toch duidelijk waarneembare, contracties kunstmatig konden worden opgewekt.

Voorts werd gezien, dat de willekeurige spieren een' betrekkelijk langen tijd na den geheelen stilstand van het hart hunne werkdadigheid behielden, en dat de ademhalings-bewegingen vrij geregeld voortduurden. De reflexprikkelbaarheid echter nam betrekkelijk spoedig in meer of minder sterke mate af.

Blijkbaar alzoo behoort ook het pijl-vergift der Kaffers tot de *hart-vergiften*. Het is intusschen bekend, dat deze, wat hunne

physiologische werkingswijze betreft, op eene zeer gecompliceerde schaal, onderling in aard kunnen verschillen, naarmate òf de spierzelfstandigheid van het hart zelve, òf het eigen zenuwstelsel in dit orgaan, òf de nervus vagus (centraal of perispherisch), òf de vasomotorische zenuwen, òf wel dezen of geenen hunner gelijktijdig, er door worden aangedaan, hetzij overprikkeld, hetzij rechtstreeks verlamd, waarover onder anderen BÖHM, *Ueber Herzgifte*, Wurzburg, 1871, is te raadplegen.

Naar aanleiding nu van positieve waarneming en negatieve inductie, — waaruit het den heer VAN BRAAM bleek, dat dit pijlvergif niet prikkelend werkt op het vagus-centrum (waarbij het cor stilstaat in diastole), ook niet verlammend op het vasomotorisch centrum (waarbij vergelijkende proeven, in den zin van het GOLTZ'sche experiment, bij horizontalen en verticalen stand der proefdieren, werden bewerkstelligd), en dat het de hartspier zelve ook niet rechtstreeks paralyseert (daar altijd nog eenige reactie op mechanische en galvanische prikkels overbleef), — kwam hij tot het besluit, dat het zijne werking uitoefent op het *eigen zenuwapparaat in het hart*, welks excitomotorische gangliën er door worden verlamd.

In dit laatste opzicht alleen verschilt het resultaat van VAN BRAAM van dat van FRASER voor het *Kombé*-pijl-vergift. Deze toch heeft daarbij de overblijvende terugwerkingsvatbaarheid van het tot stilstand geraakte hart voor werktuigelijke en electrische irritatie *niet* waargenomen, en concludeerde voor het zijne dus tot direkte werking op de hartspier-zelfstandigheid zelve. Het is nogtans mogelijk, òf dat de hier bedoelde prikkelvatbaarheid, — als zeer snel voorbijgaande en soms niet dan door vrij sterke inductie-stroomen aan te toonen, — aan FRASER's aandacht is ontsnapt, òf dat hij met zwakkere vergift-doses heeft gewerkt, bij welken de dood van het hart betrekkelijk later volgt, in welk geval de reactie ook door VAN BRAAM slechts zeer onvoldoende werd verkregen en slechts gedurende een zeer korten tijd, òf wel, dat het *Kaffer*-pijl-vergift een wel overeenkomstig, maar niet volkomen gelijkaardig hoofdbestanddeel bezit, als dat van *Kombé*.

Wat ten dezen opzichte aangaat het door KOOIJKER en mij vroeger, — zij het dan ook op veel eenvoudiger schaal en met

veel minder physiologische naauwkeurigheid — onderzochte pijl-vergift der *Bosjesmans*, de werkingswijze dáárvan stemde, in de hoofdzaken, ten volle overeen met dat der Kaffers. Immers ook wij namen waar: dat de functies der willekeurige spieren, even als de ademhalingsbewegingen, langen tijd voortbestaan, — dat de kamers spoediger dan de boezems tot stilstand geraken, — dat de eersten in systole, de laatste in diastole tot rust komen, — en, wat vooral belangrijk is in betrekking tot het punt van verschil tusschen VAN BRAAM en FRASER, dat zamentrekkingen van het schijnbaar reeds voor goed stilstaande hart meermalen alleen reeds door ligte mechanische aanraking („spelden-prikjes”), duidelijk nog, voor een korten tijd, konden worden opgewekt.

Daarentegen schijnt het Kaffer-pijl-vergift dat der Bosjesmans in *spoed* en *kracht* van inwerking aanzienlijk te overtreffen, zoo als uit vergelijking onzer mededeeling met die van VAN BRAAM kan worden opgemerkt. Door het eerste werd het hart, in den regel, reeds na verloop van een ½ uur, door het laatste niet dan na 2 à 3 uren tot volkomen stilstand gebracht. Zoude tot dit verschil misschien hebben bijgedragen, dat VAN BRAAM zijne proeven nam met eene keukenzouthoudende, waterige *„oplossing”* *), terwijl wij ons pijl-vergift, door met veel water verdund azijnzuur, slechts tot eene *„brei”* of gelei verweekt, onder de huid aanbrachten? Of zou het ook kunnen worden verklaard, doordien de onderzochte Kaffer-pijlen (tijdens de oneenigheden met de Boeren verkregen) *oorlogs*-pijlen zijn geweest, in tegenoverstelling van die der Bosjesmans mij vroeger in tijd van vrede toegezonden en welke hoogst waarschijnlijk voor *jagt*-gebruik waren bestemd. Immers men beweert voor vele pijlenbezigende aborigines in verschillende werelddeelen, dat zij voor hunne jagt-pijlen veelal minder hevig werkende variëteiten hunner respectieve pijl-vergiften verkiezen, dan voor hunne oorlogs-pijlen. Of waren wellicht de pijlen des Bosjesmans van oudere

---

*) VAN BRAAM vond, dat het werkzaam beginsel dezer Kaffer-pijlen ook oplosbaar is in *alcohol*, even als door FRASER voor diens *„strophanthine”* was waargenomen.

dagteekening en die der Kaffers eerst onlangs met versch vergift bedeeld? Wat de laatste stelling betreft moet ik echter zelf opmerken, dat goed bereid en bewaard pijl-vergift in den regel zijne doodelijke krachten merkwaardig lang behoudt. Voor pijl-vergiften van allerlei soort en ouderdom heb ik dit vroeger herhaalde malen bevestigd gevonden. Onder anderen vertoonden zich met *curare* bedeelde blaaspijltjes, afkomstig uit de collectie van het *Zeeuwsch Genootschap van Wetenschappen*, nog zeer krachtig werkzaam, niettegenstaande zij toen reeds veel meer dan eene halve eeuw oud waren.

Omtrent den schei- en plant-kundigen aard van het werkzaam beginsel der beide, hier te lande toxico-physiologisch onderzochte, Zuid Afrikaansche pijl-vergiften, verkeeren wij, ten slotte, — daar hetgeen hierover, in vroeger jaren, door KREBS en LICHTENSTEIN, voor dat der Bosjesmans-Hottentotten is medegedeeld, niet voldoende beantwoordt aan de eischen van den lateren tijd, — nog nagenoeg geheel in het onzekere. Het is mogelijk, zelfs niet geheel onwaarschijnlijk, dat dit hetzelfde is als de *strophanthine*, door FRASER in het Kombé pijl-vergift aangetoond, ofschoon over die vooronderstelling, — wegens het boven aangegeven, trouwens niet zeer groote, verschil in de uitkomsten der dier-proeven, — eenige twijfel blijft bestaan. En zelfs al kwamen ook de laatstgenoemde physiologische resultaten geheel en al overeen, dan nog zou men uit het experimenteel onderzoek alleen niet gerechtigd zijn tot het besluit, dat ook het Bosjesmans- en het Kaffer-pijl-vergift strophanthine bevatten. Immers er zijn bovendien reeds verscheidene andere principia activa en alcaloïden bekend, onder den collectief-naam van „Herz-gifte", die, hoezeer met eenige wijziging in den modus quo, toch eene onderling in vele opzichten overeenkomende werkingswijze op het kikvorschen-hart vertoonen, zoo als de *aconitine*, de *atropine*, de *antiarine*, de *delphinine*, de *digitaline*, de *veratrine*, enz. Om dus ten dezen tot zekerheid te geraken, zal ook hier noodzakelijk, behalve botanische nasporing, een complementair chemisch onderzoek gevorderd worden, zoo als door FRASER voor de zaden van *Strophanthus* is verricht.

Het mag wel opmerkelijk heeten, dat de tot hiertoe oorspron-

kelijk verkregen bijdragen tot de kennis der Afrikaansche boogpijlen en pijl-vergiften geleverd zijn òf door Europeesche reizigers òf door dilettanten, zoo als door ARNOTT, BARTH, BRIEDÉ, CLAPPERTON, GRIFFON, VON HARNIER, KIRK, KREBS (senior), LICHTENSTEIN, LIVINGSTONE, MACKENZIE, PAUL MAREE en WARMELO, — doch dat, in bevreemdende tegenstelling hiermede, de geleerden ter plaatse, bijv. de medici, de pharmaceuten of andere beoefenaars der natuurkundige wetenschappen, zoowel in de Kaap de Goede Hoop en in Port-Natal, als in de Transvaal en de Oranje-Vrijstaat gevestigd, hunne aandacht nog nimmer aan dit onderwerp schijnen te hebben geschonken. Althans voor zooverre mij bekend is, werd van daar niets omtrent den natuurhistorischen oorsprong of de bereidingswijze der in hunne onmiddellijke nabijheid aangetroffen pijl-vergiften gepubliceerd. 't Is een wezenlijk desideratum voor de toxicologie, dat deze of gene deskundige in de genoemde Staten zich onledig mogt willen houden met het verschaffen van positieve kennis ook omtrent de in dit deel van Afrika voor het bereiden van pijl-vergiften bij de inlanders in gebruik zijnde ingrediënten. Wij bevelen dit onderwerp aan de aandacht der onlangs in de Kaapstad opgerichte "Zuid-Afrikaansche Philosophische Maatschappij."

Wat nu reeds, voor de Afrikaansche boog-pijl-vergiften in het algemeen, wetenschappelijk is geconstateerd, komt op het volgende neder:

1° Allen, zoowel die uit de *Westelijke* en *Oostelijke*, als uit de *Zuidelijke* Distrikten van dit werelddeel, ontleenen, zonder onderscheid, hun toxisch vermogen aan sterk werkende *hart*-vergiften.

2°. In *Opper-* en *Neder-Guinée* wordt dezelfde moederplant, voor het bedoeld gebruik, verkozen als in *Zanzibar*, te weten de *Strophanthus Kombé*. Het werkzaam beginsel daarvan, reeds vroeger als een "hart-vergift" in algemeenen zin aangeduid (PELIKAN), schijnt een eigenlijk gezegd hart-*spier*-vergift te zijn (FRASER).

3°. Het pijl-vergift der *Bosjesmans* of der Zuid-Afrikaansche Hottentotten is, van botanische zijde, nog onbekend, doch het

werkt, physiologisch, analoog met het vorige en identisch met het volgende (KOOIJKER en VAN HASSELT).

4°. Over de plantkundige afkomst en de scheikundige geaardheid van het pijlvergift der *Kaffers* van Zuid-Afrika bestaan geene gegevens, doch ook dit behoort blijkbaar insgelijks tot de "Herzgifte", misschien van anderen oorsprong, als werkende meer op het eigen zenuwapparaat in het hart, dan wel op de hartspierzelfstandigheid zelve (VAN BRAAM HOUCKGEEST).

Den 26sten Mei, 1877.



GEDRUKT BIJ DE BOEVER - KRÖBER - BAKELS.

